

# 신체 계측치를 이용한 선호보행속도의 예측에 관한 기초연구

## A Preliminary study on Estimation of Preferred Walking Speed by using Anthropometry on lower extremity

\*최진승<sup>1</sup>, 한지혜<sup>1</sup>, 장진혜<sup>1</sup>, 방윤환<sup>1</sup>, 문경률<sup>1</sup>, #탁계래<sup>1</sup>

\*J. S. Choi<sup>1</sup>, J. H. Han<sup>1</sup>, J. H. Jang<sup>1</sup>, Y. H. Bang<sup>1</sup>, K. R. Mun<sup>1</sup>, #G. R. Tack(grtack@kku.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 건국대학교 의료생명대학 의학공학부

Key words : Preferred walking speed (PWS), Anthropometry, Treadmill

### 1. 서론

인간의 움직임 중, 보행은 자연스럽고 습관적으로 자동화된 행동이다. 이중 보행에서의 선호보행속도(PWS, preferred walking speed)는 각 개인의 자유조절에 의해 유지하는 가장 선호되는 속도이다(최진승, 2007)<sup>8</sup>. 하지만 실제 보행에 관여하는 신체 요인은 생체역학적(근력, 운동범위, 보행 안정성, 보행 변동성), 심리적(낙상 두려움, 주의력 분산), 감각적(시각, 평형감, 자기수용감각) 변인을 포함하고 있고(Menz et al., 2007; Hausdorff et al., 2001)<sup>3,6</sup>, 이러한 변인들이 보행 메커니즘을 구성하므로 보행 시 각 개인마다 선호하는 속도는 다르다. 이러한 선호보행속도를 이용한 연구를 살펴보면 보행주기의 stride-to-stride fluctuation에서 보행속도의 영향에 대해 선호보행속도를 이용하여 측정하였고(Jordan, 2007)<sup>4</sup>, 보행 시 인체 내에 신진대사 에너지양을 결정하기 위해 걸은 거리에 따른 최소 에너지양으로써 선호보행속도를 이용했다(Browning et al., 2005)<sup>1</sup>. 또한 보행의 부드러움에 대해 논할 때 다른 속도에서 보다 보행이 더 부드러움다는 것을 선호보행속도를 이용하여 알 수 있었다(탁계래 등, 2006)<sup>9</sup>. 이렇듯 선호보행속도는 많은 연구에 이용되며 정확한 산출의 필요성 또한 중요하다고 할 수 있다. 다양한 보행에 관한 연구에서 선호보행속도의 추출은 실험을 통하거나 신체 계측치를 통한 주론을 이용한다. 실험을 통한 방식은 평지보행을 이용하는 방식과 트레드밀을 이용하는 방식으로 나눌 수 있으며, 평지보행을 통한 방법은 피험자가 직선으로 걸은 거리를 그 시간으로 나누어 평균을 구하는 방식(Soong et al., 2000;)<sup>7</sup>이 일반적이다. 트레드밀을 이용하는 방법은 트레드밀의 속도를 조금씩 조절하면서 피험자가 가장 선호하는 속도를 찾는 것(Jordan, 2007)<sup>4</sup>과 피험자가 자유롭게 보행을 수행하는 동안 트레드밀이 자동으로 속도를 동기화하는 방식도 있다(최진승, 2007)<sup>8</sup>. 또 산출적 방식으로 다리길이와 중력가속도를 바탕으로 보행속도를 표현하는 선호보행속도의 산출 모델방법으로 Froude velocity( $V_F$ )를 이용하기도 한다(England, 2007)<sup>2</sup>. 이렇게 구해진 선호보행속도는 고령자나 이상보행을 하는 그룹에 대한 연구와 보행메커니즘, 재활훈련의 적용에 대한 연구 등에 다양하게 사용되고 있으므로 이에 대한 관계 분석과 측정에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 일반적으로 사용되고 있는 선호보행속도 측정 및 산출 방법을 이용한 선호보행속도 산출하고 신체 계측치(키, 다리길이, 몸무게 등)를 이용하여 이와 상관을 살피보고자 한다.

### 2. 연구방법

#### 1. 실험대상

피험자의 선정은 20대의 여자 대학생으로 하였으며, 신장 155cm이하, 155~160cm, 160~165cm, 165cm이상의 각 5명씩으로 구성하였다. 피험자는 하지근골격계에 이상이 없고, 키와 체중이 정상이었으며, 실험내용을 충분히 숙지하고 실험동의서에 서명하였다.

#### 2. 실험방법

피험자는 트레드밀을 이용해 2가지 방법으로 선호보행속도 추출 실험을 수행하였고, 재현성 확보를 위해 날짜와 시간을 무작위로 선정하여 각 3회씩 수행하였다.

##### 1) 트레드밀을 이용한 자유 보행실험

피험자의 보행 속도에 자동으로 트레드밀의 속도를 동기화시키는 트레드밀(RX9200S, TOBEONE, Korea)을 이용하여 실험 전에 트레드밀 보행에 적응할 수 있는 충분한 시간을 가졌고, 그 다음 10분의 휴식시간을 갖은 뒤, 6분 동안 선호속도로 걷는다. 앞의 2분을 제외한 4분의 보행데이터를 가지고 평균을 내어 각 개인의 선호보행속도(PWS\_free)로 결정하였다.

##### 2) 트레드밀을 이용한 속도 조절실험

피험자는 1.8km/hr에서 걷기 시작하여 피험자의 판단에 따라 속도를 올리고 내린다. 속도를 증가시킬 때는 1.5km/hr, 감소시킬 때는 0.1km/hr씩 증감시켜 주고 피험자가 가장 편안하게 느낀 속도를 선호보행속도(PWS\_select)로 결정하였다.

#### 3. 분석방법

두 가지 방법으로 구해진 선호보행속도를 비교하고, 하지 계측치와 중력을 고려해 구현된 진자모델에 따른 Froude velocity( $V_F$ )를 구하여, 실제 측정된 선호보행속도와의 관련성을 살펴보고자 하였다. Eq.(1)은  $V_F$ 를 나타내고,  $g$ 값은 중력가속도이다.  $V_F$ 는 일반인의 경우, 0.42배한 값이 편안한 속도를 나타내는 것으로 알려져 있고, 본 실험에서는 이를 비교에 사용하였다(England, 2007)<sup>2</sup>.

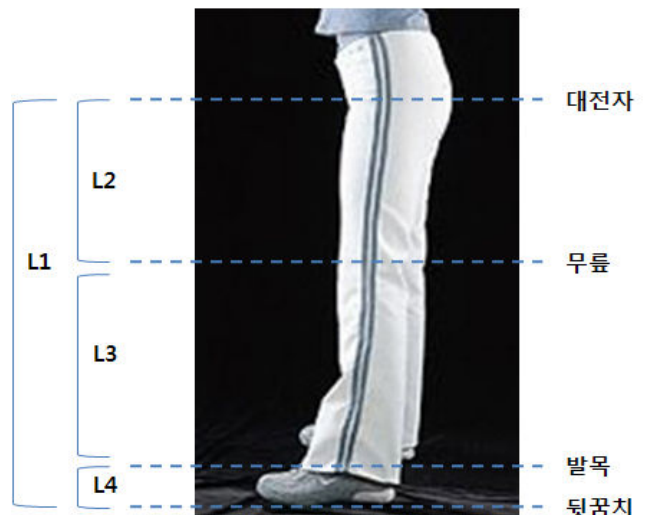


Figure 1 Definition of each length on lower extremity

Table 1 Correlation among each PWS

Correlation	PWS_free	PWS_select	V <sub>F</sub>
PWS_free	-	0.988	0.303
PWS_select	0.988	-	0.259
V <sub>F</sub>	0.303	0.259	-

$$V_F = \sqrt{(L_2 + L_3)g} \quad \text{Eq. (1)}$$

각 선호보행속도의 비교를 위해 SPSS 12k(SPSS, USA)를 이용하였다.

### 3. 결과 및 논의

본 실험에 참여한 피험자의 신체정보와 측정치는 Table 2.와 같고, 각 측정방법을 이용한 선호보행속도도 함께 Table 2.에 나타내었다. Table 1.은 측정, 계산된 각 선호보행속도의 상관관계를 나타내었다. 그 결과, 트레드밀을 이용한 실제 측정값은 두 방법 모두 거의 일치하였다. 하지만 중력과 속도와의 하지길이를 이용하여 얻은 0.42×V<sub>F</sub>의 경우, pearson 상관계수가 각 PWS\_free(0.303)과 PWS\_select(0.259)로 매우 낮았다(Table 1). 이는 0.42×V<sub>F</sub>는 선행연구에서 중력과 하지길이를 이용해 보행의 진자모델에서 가장 편안한 속도를 나타내었지만(Kram, et al., 1997)<sup>5</sup>, 실제로 측정된 선호보행속도에서는 차이를 보였다. 또, 피험자의 실제 다리 길이(L<sub>2</sub>+L<sub>3</sub>)가 0.79m로 유사한 피험자 S1, S7, S12사이에서 각 피험자의 실제 측정된 두 선호보행속도는 유사한 값을 가지고 세 피험자사이에는 각각 다르게 나타났으나, 0.42×V<sub>F</sub>를 이용해 구한 값에서는 일정한 4.17 ~ 4.19로 일정한 값이 나타났다. 따라서 실제 선호보행속도를 결정하는 요인이 중력 혹은 하지 길이에 의한 것으로 볼 수 없으며, Table 1.에 주어진 각 하지 측정치를 이용한 다중회귀식을 구현해 보았을 때도 통계적 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다(p=0.72). 선호보행속도를 결정짓는 요인은 신체적 사이즈뿐만 아니라, 에너지 소비의 최적지점, 하지근력, 신경계와 심리적 요인 등의 인간의 다양한 요인의 영향이 밀접히 관련됨을 추론해 볼 수 있다.

### 4. 결론

본 실험에서는 선호보행속도를 결정하는 요인에 대한 기초연구로, 실제 여러 차례의 보행을 통해 측정하는 두 가지 방법으로 선호보행속도를 구하고 이를 하지 길이와 중력을 바탕으로 하는 방법과 비교하여 보았다. 이를 통해, 비슷한 신체사이즈에도 불구하고 실질적으로 선호보행속도에 상당한

차이가 존재함을 확인하였고, 단순히 신체의 계측 정보로 선호보행속도를 예측하는 것은 무리가 있었다. 추후에 신체계측정보와 에너지소비, 하지근력, 심리적 요인 등의 총체적 접근을 통해 고찰해 볼 의미가 있다고 사료된다.

### 후기

이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-314-D00532)

### 참고문헌

- Browning, R. C., Baker, E. A., Herron, J. A., Kram, R., "Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking," *Physiological society*, 100,390-398,2006.
- England, S. A., Granata, K. P., "The influence of gait speed on local dynamic stability of walking," *Gait & Posture*,25,172-178,2007.
- Hausdorff, J. M., Nelson, M. E., Kaliton, D., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., Fiatarone Singh, M. A., "Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise," *Apply Physiology*,90, 2117-2129,2001.
- Jordan, K., Challis, J. H., Newell, K. M., "Walking speed influences on gait cycle variability," *Gait&Posture*, 26,128-134,2007.
- Kram, R., Domingo, A., & Ferris, D. P., "Effect of reduced gravity on the preferred walk-run transition speed," *J. of Experimental Biology*, 200, 821-826, 1997.
- Menz, H. B., Lord, S. R., Fitzpatrick, R. C., "A structural equation model relating impaired sensorimotor function, fear of and gait patterns in older people," *Gait & Posture*, 25, 243-249,2007.
- Soong, G. P., Lovie-Kitchin, J. E., Brown, B., "Preferred walking speed for assessment of mobility performance: sighted guide versus non-sighted guide techniques," *Clinical and experimental optometry*, 83,279-282,2000.
- 최진승, 강동원, 탁계래 "트레드밀을 이용한 보행간 Variability 분석에 관한 연구," *한국 운동역학회지*, 17, 1-8, 2007.
- 탁계래, 한영민, 최진승, 이정환, 임영태, 전재훈, "보행속력과 동작의 부드러움과의 상관관계에 관한 연구," *한국운동역학회지*,16,11-17,2006.

Table 2 Subject's physical information & 3 kinds of PWS due to other method

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
age	21	23	24	24	23	22	21	22	21	23	22	21	21	22	24	21	24	23	21	21
height (m)	1.57	1.58	1.59	1.56	1.60	1.62	1.64	1.60	1.65	1.64	1.63	1.67	1.69	1.69	1.67	1.65	1.70	1.73	1.70	1.71
weight (kg)	48	46	46	50	55	67	56	52	60	58	69	59	55	52	64	55	67	60	57	59
BMI	19	19	18	20	21	26	21	20	22	22	26	21	19	18	23	20	23	20	20	20
L1 (m)	0.84	0.78	0.79	0.81	0.79	0.80	0.85	0.79	0.83	0.98	0.78	0.85	0.90	0.85	0.84	0.83	0.89	0.79	0.87	0.94
L2 (m)	0.42	0.38	0.39	0.40	0.36	0.37	0.40	0.37	0.40	0.54	0.35	0.41	0.43	0.39	0.39	0.38	0.44	0.36	0.41	0.46
L3 (m)	0.37	0.35	0.34	0.35	0.37	0.36	0.38	0.35	0.37	0.38	0.36	0.38	0.40	0.39	0.39	0.38	0.39	0.37	0.40	0.42
L4 (m)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
L2+L3 (m)	0.79	0.73	0.73	0.75	0.73	0.73	0.78	0.72	0.77	0.92	0.70	0.79	0.83	0.78	0.78	0.76	0.83	0.73	0.81	0.88
선호보행속도 _free	3.50	3.47	4.07	4.40	4.07	3.40	4.83	4.43	3.30	4.40	4.37	2.63	5.00	3.23	4.87	4.60	4.47	4.50	4.93	5.10
선호보행속도 _select	3.21	3.34	4.19	4.28	4.20	3.39	4.88	4.49	3.20	4.41	4.36	2.77	4.96	3.24	4.83	4.55	4.36	4.56	4.99	4.92
V <sub>F</sub>	4.19	4.03	4.03	4.10	4.05	4.04	4.17	4.02	4.15	4.53	3.97	4.19	4.30	4.18	4.17	4.13	4.30	4.03	4.26	4.45