

## 몰튼발이 정적 균형 능력에 미치는 영향

한진태·고민지<sup>1†</sup>·김영주<sup>1</sup>·최연성·유현남

경성대학교 물리치료학과

<sup>1</sup>경성대학교 물리치료학과 임상약학보건대학원

### The Effect of Morton's Foot on Static Balance Ability

Jin-Tae Han, PT, PhD·Min-Ji Go, PT<sup>1†</sup>·Yeong-Ju Kim, PT<sup>1</sup>·Yeon-sung Choi·Hyeon-nam Lyu

Department of Physical Therapy, KyungSung University

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School of Clinical Pharmacy and Health, KyungSung University

Received: May 1, 2015 / Revised: May 13, 2015 / Accepted: May 20, 2015

© 2015 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** According to advanced research, the effect of foot type on balance is 3 type. There are squared foot, morton's foot and Egyptian foot. Above all, Morton's foot accounts for 22% of people. The purpose of this study is to find the effect of Morton's Foot on Balance Ability.

**METHODS:** Twenty healthy woman participate in this study(Mean age:23.93; Mean height: 163.35; Mean weight: 56.20) . They doesn't have musculoskeletal or neurogical disorder. Ten of participants have morton's foot group, and another ten person are normal foot group. Measurement of balance was used by Balance trainer(BT4) and balance pad(AIREX). Data analyzed in 3 way ANOVA.

**RESULTS:** In foot type and support type of variables, Morton's foot was significant differences in C90 area and

Velocity. There was no significant difference between foot type and visual condition. In support type and visual condition of variables, unstable support significantly decreased in Tracelength, C90area and Velocity. If we find out correlation-ship of foot type, visual condition and support condition, There didn't have relationship each other.

**CONCLUSION:** This study found that correlation-ship of foot type, visual condition and support condition. But, there are no significant differences. Nevertheless, These results will also be able to offer baseline data about Morton's foot study in future.

**Key Words:** Balance, Morton's foot, Foot type

#### I. 서론

균형은 COG가 BOS이내에 유지되도록 조절하는 능력을 말하며, 내쪽과 외쪽 힘의 동적인 중재와 환경적 요소를 포함한 것들을 통해 유지된다(Yaggie 와 Mcgregor, 2002). COG가 BOS를 벗어나게 되면 안정자세로 회복하기 위해 더 많은 근육의 활동을 필요로 하고,

†Corresponding Author : minio1122@naver.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



Fig. 1. Balance training system(BT4)



Fig. 2. Balance pad(AIREX)

이러한 상황에서 보상적 자세 전략이 지지기저면내의 안정적 자세로 무게중심을 돌아오게 하기 위해 시각계, 체성감각계, 서로 다른 신체분절의 상호관계, 중력, 안뜰계를 이용한다(Shumway cook와 Woollacott, 1995).

Brantingham (2006)는 신체에서 허리와 발이 독립적인 부분으로 보여지지만 기능학적으로 하지의 운동역학적 연결을 통해 상호적으로 연결된다고 하였고, Gong 등(2009)은 인체의 관절과 근육은 서로 연결되어 있기 때문에 한 부분에서의 근육 또는 관절의 기능장애는 다른 인접한 부분의 근육과 관절에도 장애를 만들고 이러한 장애는 신체 전체에 영향을 준다고 하였으며 특히, 인체의 무게와 보행을 담당하는 발과 발목관절의 기능장애는 필연적으로 신체의 전체적인 불균형을 만든다고 하였다.

균형에 영향을 미칠 수 있는 발의 형태는 Magee (2008)에 의하면 첫번째발가락과 두번째발가락의 길이가 같은 스퀘어드발(Squared Foot), 두번째발가락의 길이가 첫번째발가락보다 긴 몰톤발(Morton's Foot), 첫번째발가락이 두번째발가락보다 긴 이집티언발(Egyptian Foot)으로 구분된다. 그 중 몰톤발(Morton's Foot)은 인구의 22%에 나타나며(Glasoe와 Coughlin, 2006), 첫번째발허리뼈와 세번째발허리뼈보다 두번째발허리뼈가 더 길며, 네번째와 다섯번째발허리뼈는 세번째발허리뼈에 비교하여 차례대로 짧아진다(Magee, 2008).

Morton (1935)은 짧은 첫번째발허리뼈의 병리학적인 메커니즘에 대해 많은 연구를 하였는데, 짧은 첫번째발허리뼈는 다양한 질병을 초래하는 원인 중 하나이다. 짧은 첫번째발허리뼈로 인해 이상적인 지지가 불가능하여 두번째발허리뼈로 무게가 이동되어 서있는 동안 하지의 올바른 체중지지가 저하된다(Cote 등, 2005). 그리고 첫번째발허리뼈의 과운동성, 발바닥의 티눈, 발허리뼈의 통증과 같은 질환들이 나타난다(Glasoe와 Coughlin, 2006).

선행연구에서 Agopyan 등(2011)에 따르면, 댄서들의 몰톤발이 양쪽의 정적 균형과 동적균형, 수직점프가 몰톤발이 아닌 그룹에 비해 부정적인 결과 값을 초래하였고, 동적 균형에서 몰톤발이 아닌 그룹에서 몰톤발보다 더 나은 균형측정이 가능하였다. 동적 균형뿐만 아니라 정적 균형에서도 몰톤이 아닌 그룹이 균형 측정이 더 잘 수행 되었다.

본 연구는 몰톤발과 비몰톤발의 대상자를 불안정한 면과 안정적인 면 위에서 균형능력을 비교, 분석하여 몰톤발의 균형능력에 관한 연구와 이와 관련된 몰톤발 또는 균형에 관련된 추후 연구들에게 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

Table 1. General characteristics of the subjects.

	Morton's group (Mean)	Normal group (Mean)
Female	10	10
Age(yrs)	23.83	24.02
Height(cm)	164.02	162.67
Weight(kg)	55.38	57.01

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상 및 연구 기간

본 연구는 2014년 12월 20일부터 2015년 1월 20일 한달 간 진행하였다. 부산에 거주하는 여성을 대상으로 실시하였고 물톤발 10명과 비물톤발 10명을 대상으로 선정하였다. 신체에 정형학적 또는 신경학적인 질병을 가진 자, 실험에 대한 동의를 구하기 어려운 정신적인 질환을 가진 자, 청각이나 시각의 문제로 균형측정이 불가능한자, 어지러움이 있는 자들은 실험에서 제외하였다. 대상자의 신체적인 특성을 알기 위해 키, 몸무게, 중족골의 길이를 측정하였다. 실험에 대해 충분히 설명한 뒤 자발적인 동의를 구한 뒤 실험을 실시하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 측정도구

물톤발과 비물톤발 그룹의 균형능력의 차이를 알아보기 위해 전문 균형 평가 및 훈련 시스템(BT4, Finland)과 BALANCE PAD(AIREX, Switzerland)를 사용하여 측정을 하였다(Figure 1),(Figure 2).

#### 2) 측정방법

##### (1) 발허리뼈 길이 차이 검사

발허리뼈의 길이 차이 검사(Rodgers와 Cavanagh, 1989)는 발허리뼈머리를 중립위로 고정된 상태에서 발허리뼈 관절을 수동적으로 굽힘시키고 발허리뼈머리의 원위단을 펜으로 표시하여 길이 차이를 확인했다(Agopyan 등, 2011).

### (2) 실험절차

대상자들은 준비된 바지로 갈아입고 대상자의 정보로 키, 몸무게, 발허리뼈머리 길이 차이로 물톤발의 유무를 측정했다. 실험과정에 대해 설명하여 동의를 구한 뒤 실험을 실시하였다. 대상자는 물톤그룹과 비물톤그룹으로 나누어 실험이 진행 되었고, 대상자는 전문 균형 평가 및 훈련 시스템(BT4)으로 Romberg test를 사용하여 균형능력을 측정하였다. Air Balance를 이용하여 안정적인 면과 불안정적인 면을 만들어 안정면에서 눈뜨고 15초 눈감고 15초, 불안정면에서 눈뜨고 15초 눈감고 15초를 시행하였다. 눈뜨고 균형측정을 할 때에 벽면에 표시를 응시하도록 시선의 위치를 통제하도록 하였다. 사이에 5분의 휴식시간을 두었으며 안정면과 불안정면의 순서는 대상자마다 랜덤으로 선정하였다.

### 3. 자료분석

통계분석은 SPSS for windows 21.0을 사용하였다. 발의 형태, 개안의 유무와 지지면에 따른 균형능력을 비교하기 위해 삼원분산분석(3 Way-ANOVA)을 사용하였다. 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 정하였다.

## III. 연구결과

### 1. 대상자들의 특성

전체 실험자는 모두 여성으로 진행 되었으며, 물톤발 그룹의 대상자의 나이는 23.83세, 키는 164.02cm, 몸무게는 55.38kg이다. 정상 발 그룹의 대상자의 나이는 24.02세, 키는 162.67cm, 몸무게는 57.01kg이다.(Table 1)

Table 2. Comparison of static balance(Mean±SD)

	Type of foot	Stable condition	Visual condition	Mean± SD	
Tracelength (Unit: mm)	Morton's foot	Stable	Open	287.70±38.86	
			Close	361.32±77.21	
		Unstable	Open	429.46±113.39	
			Close	1053.06±201.33	
	Normal foot	Stable	Open	184.00±26.44	
			Close	254.57±74.36	
		Unstable	Open	275.48±117.27	
			Close	855.09±60.04	
	Morton's foot	Stable	Open	320.49±147.56	
			Close	294.91±64.02	
		Unstable	Open	475.70±210.76	
	C90area (Unit: mm <sup>2</sup> )	Normal foot	Stable	Close	1486.41±219.15
Open				99.76±23.04	
Unstable			Close	176.54±24.73	
			Open	163.27±76.33	
Morton's foot		Stable	Close	935.72±188.04	
			Open	10.07±1.27	
		Unstable	Close	12.13±1.44	
			Open	17.46±1.20	
Velocity (Unit: mm/s)		Normal foot	Stable	Close	35.63±6.38
				Open	6.04±1.02
			Unstable	Close	8.90±2.22
		Open		10.00±3.04	
	Close	23.20±6.62			

## 2. 정적 균형 비교

발의 형태, 지지면, 시각정보에 따른 Tracelength, C90area, Velocity의 균형능력의 값들은 다음과 같다 (Table 2).

## 3. 3 way ANOVA의 결과

Tracelength에서 발의 형태, 지지면, 시각정보의 각각 변수들이 정적 균형능력과 관계가 있음을 알 수 있었다. 물론발이 정상발 보다 Tracelength가 길어지며, 안정면에 비해 불안정면에서, 시각정보를 제공하지 않는 것에서 Tracelength가 유의하게 증가하였다. 변수들 사이에서 정적 균형능력에 미치는 영향은 지지면·시각정보 사이에 상관성이 있는 것을 알 수 있었다

C90area에서 발의 형태, 지지면, 시각정보의 각각 변수들이 정적 균형능력과 관계가 있음을 알 수 있었다. 물론발 대상자, 불안정면, 시각정보를 제공하지 않는 것에서 C90area가 넓어지는 것을 알 수 있었다. 변수들 사이에서 균형능력에 미치는 영향은 발의 형태·지지면, 지지면·시각정보에서 정적 균형능력과 상관성이 있음을 알 수 있었다.

Velocity에서 역시 발의 형태, 지지면, 시각정보의 각각 변수들이 정적 균형능력과 관계가 있었다. 물론발, 불안정성 지지면, 시각정보를 제공하지 않는 것이 velocity의 속도가 빨라짐을 알 수 있었다. 발의 형태·지지면, 지지면·시각정보가 정적 균형 능력에 상관성이 있다는 것을 확인 할 수 있었다.

Table 3. Result of 3 way ANOVA

	Source	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F	P
Tracelength	FT	158169.69	1	158169.69	14.98	0.01 <sup>†</sup>
	SC	1163582.75	1	1163582.75	110.23	0.00 <sup>†</sup>
	VC	907723.17	1	907723.17	85.99	0.00 <sup>†</sup>
	FT·SC	10010.42	1	10010.42	0.95	0.34
	FT·VC	1106.62	1	1106.62	0.11	0.75
	SC·VC	560756.39	1	560756.39	53.12	0.00 <sup>†</sup>
	FT·SC·VC	838.25	1	838.25	0.08	0.78
	Error	253342.15	24	10555.92		
	Total	9902970.15	32			
C90area	FT	722681.49	1	722681.49	35.99	0.00 <sup>†</sup>
	SC	2353164.45	1	2353164.45	117.19	0.00 <sup>†</sup>
	VC	1682461.23	1	1682461.23	83.79	0.00 <sup>†</sup>
	FT·SC	137305.03	1	137305.03	6.84	0.02
	FT·VC	9235.42	1	9235.42	0.46	0.50
	SC·VC	1499829.73	1	1499829.73	74.69	0.00 <sup>†</sup>
	FT·SC·VC	58016.95	1	58016.95	2.89	0.10
	Error	481936.79	24	20080.70		
	Total	14756935.14	32			
Velocity	FT	368.36	1	368.36	28.12	0.00 <sup>†</sup>
	SC	1208.48	1	1208.48	92.26	0.00 <sup>†</sup>
	VC	658.75	1	658.75	50.29	0.00 <sup>†</sup>
	FT·SC	79.85	1	79.85	6.10	0.02 <sup>†</sup>
	FT·VC	8.62	1	8.62	0.66	0.43
	SC·VC	349.87	1	349.87	26.71	0.00 <sup>†</sup>
	FT·SC·VC	16.57	1	16.57	1.27	0.27
	Error	314.37	24	13.10		
	Total	10620.82	32			

FT: Foot type  
 SC: Stable condition  
 VC: Visual condition

#### IV. 고찰

발은 일련의 뼈들과 하나 또는 그 이상의 관절들로 뒤발(hind foot), 중간발(mid foot), 앞발(foe foot)로 구성된 3개의 영역을 갖고 있으며(Neumann, 2010), 제 1열(1<sup>st</sup> ray), 제 2열(2<sup>nd</sup> ray), 나머지 외측열(3<sup>rd</sup> ray)로도 구분된다(Glasoe와 Coughlin, 2006). 인구 전체의 발의 형태 중 두번째 발허리뼈가 첫번째 발허리뼈보다 더 긴 몰튼발(Morton's foot)은 Gross 등 (1998) 에 의하면 구조적, 기능적 불안정성을 가진 몰튼발은 내반 스트레스에 대한 동적 조절 기능이 감소하여 발의 제1열의 불안정성과 하지근의 근활성을 가중시킨다고 하였다. 우리의 신체는 발, 무릎, 고관절, 허리가 운동체인으로 다양하

게 연결되어 있기 때문에 발의 불안정성은 신체 전체의 불안정으로 연결될 수 있다(Twomey data, 2006). 인간에게 있어 발은 체중을 감당하는 동시에 인체를 이동시키고 균형을 취하는 기능을 수행하여 보행 시 신체에 가해지는 충격을 완화시키고 인체위치의 기초가 되며 골격은 척추를 중심으로 하여 대칭적으로 배열하고 있고, 전면에서는 복부근육이 골반을 위로 끌어올리고, 엉덩관절 굽힘근은 아래로 끌어내리며, 후면에서는 등 근육이 골반을 위로 끌어올리고 엉덩관절 펴는 근육은 아래로 끌어내린다. 따라서 전방복근과 엉덩관절 펴는 근육이 함께 작용하여 골반을 후방경사지게 하며, 등 하부와 엉덩관절 굽힘근이 함께 작용하여 골반을 전방경사지게 한다. 이처럼 총체적인 모양을 유지하도록 이루어져 있으며

로 인체의 관절 하나라도 이상이 생기게 되면 다른 관절의 활동에 영향을 주게 되며, 발 뼈의 각 부위의 배열이 정확하지 않으면 발뒤꿈치가 틀어지고, 다리에 있는 뼈들의 균형이 무너지게 되어 몸의 체중과 하중이 무릎, 발목을 통해 발바닥으로 고루 분산되지 않게 되어 많은 증상들을 야기하게 된다(Lee, 2005).

신체의 불안정성으로 나타나는 자세조절의 장애는 BOS안에 COG가 유지되지 못하여 균형이 깨지게 되는 것을 말하며(Shumway-Cook과 Woollacott, 2014), 내쪽과 외쪽 힘의 동적인 중재와 환경적 요소를 포함한 것들을 통해 균형을 유지하려고 한다(Yaggie 와 McGregor, 2002). 안정적인 바닥에서, 안정적인 메커니즘은 신체의 중심과 압력의 중심 사이에 수평적인 거리를 감소시키기 위해 동요하게 된다. 불안정적인 면에서, 사람은 발목에 위치한 메커니즘으로 평형을 유지하려고 한다(Winter 등, 2001). 특히, 불안정한 면에서의 운동은 평형 감각의 손실과 노인들의 낙상을 감소시켜준다(Paizis C 등, 2008).

본 연구의 결과는 적은 실험대상자의 수 그리고 성별과 나이가 20대의 여성으로 국한되어 있다는 것과 대상자들의 다리길이와 하지 근육에 따른 변수들을 통제하지 못하였기 때문에 일반화하기가 어렵다. 향후 연구에서는 이러한 점들이 보완되어 물튼발의 형태가 인체에 미치게 되는 다양한 영향에 대한 연구가 필요하다.

## V. 결론

발의 형태, 지지면과 개안유무의 변수들로 Tracelength, C90area, Velocity의 값을 통해 균형측정을 하여 변수들이 균형능력에 미치는 영향에 대해 알아보려 하였다. 발의 형태, 지지면, 시각정보는 Tracelength, C90area, Velocity에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 발의 형태와 지지면에서는 C90area, Velocity에서 물튼발이 불안정지지면에서 균형이 유의하게 감소하는 것을 알 수 있었다. 발의 형태와 시각정보는 3가지 균형요소에서 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 지지면과 시각정보는 Tracelength, C90area, Velocity에서 불안정한 지지면

에서 눈을 감는 것이 균형능력이 유의하게 감소하는 것을 알 수 있었다. 발의 형태, 지지면과 시각정보의 상관성을 보았을 때, 서로 상관성이 없는 것을 알 수 있었다. 본 연구를 통해 발의 형태, 지지면과 시각정보가 전체적인 상호작용은 없지만 발의 형태와 지지면, 지지면과 시각정보사이에서는 상호작용을 보였음을 알 수 있었다.

## Acknowledgements

이 논문은 2015년도 Brain Busan 21 사업에 의하여 지원되었음

## Reference

- Agopyan A, Ersoz A, Topsakal N. Effects of Morton's foot on vertical jump, static and dynamic balance performances of modern dancers. *Med Sport*. 2011;64:137-50.
- Brantingham JW, Lee Gillbert J, Shaik J, et al. Sagittal plane blockage of the foot, ankle and hallux and foot alignment prevalence and association with low back pain. *J Chiropr Med*. 2006;5(4):123-7.
- Cote KP, Brunet ME, Gansseder BN, et al. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train*. 2005;40(1):41-6.
- Glasoe WM, Coughlin MJ. A critical analysis of Dudley morton's concept of disordered foot function. *J Foot Ankle Surg*. 2006;45(3):147-55.
- Gong WT, Ma SL, Kim TH. The effect of ankle joint mobilization technique on equilibrium ability in the individuals with supinated foot. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*. 2009;20(3):527-39.
- Gross MM, Stevenson PJ, Charette SL, et al. Effect of muscle strength and movement speed on the biomechanics of rising from a chair in healthy elderly and young women. *Gait Posture*. 1998;8(3):175-85.

- Lee KY. The Effects of Elevated Forefoot Walking Shoes on Body Composition, Physical Fitness, and Qualitative Health Variables. *Journal of Korean physical education association for girls and women.* 2005;19(1):9-26.
- Magee DJ. *Orthopedic physical assessment*(6<sup>th</sup> ed). W.B. Saunders Company. 2008.
- Morton DJ. *The human foot. Its evolution, Physiology, and functional disorders.* Columbia university press. NY. 1935.
- Paizis C, Papacanthis C, Berret B, et al. Reaching beyond arm length in normal aging: adaptation of hand trajectory and dynamic equilibrium. *Behav Neurosci.* 2008;122(6):1361-70.
- Rodgers MM, Cavanagh PR. Pressure distribution in Morton's foot structure. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21(1):23-8.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice* (4<sup>th</sup> ed). USA. Lippincott Williams & Wilkins. 2014.
- Twomey dara. Performance differences between normal and low arched feet in 9 - 12 year old children. Doctor's degree. University of new south wales. 2006.
- Winter DA, Patla AE, Rietdyk S, et al. Ankle muscle stiffness in the control of balance during quiet standing. *J Neurophysiol.* 2001;85(6):2630-3.
- Yaggie JA, McGregor SJ. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(2):224-8.