



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학석사 학위논문

30대 남성의 보행 방향전환에
따른 족저압력 비교 분석



부경대학교 교육대학원

체육교육전공

김 자 중

교육학석사 학위논문

30대 남성의 보행 방향전환에
따른 족저압력 비교 분석

지도교수 김용재

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함

2015년 2월

부경대학교 교육대학원

체육교육전공

김 자 중

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구의 문제	4
4. 연구의 제한점	5
5. 용어의 정의	5
II. 이론적 배경	7
1. 비만의 특성과 원인	7
2. 발의 구조와 보행	9
3. 바른 보행과 자세	12
4. 보행 선행연구와 족저압력	13
III. 연구 방법	15
1. 연구대상	15
2. 측정도구	16
3. 측정항목	16
4. 측정방법	17
5. 실험방법	18
6. 자료처리방법	19

IV. 연구 결과	20
1. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력분포	20
2. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력비율	22
3. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포	24
4. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력비율	25
V. 논 의	28
1. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력분포	28
2. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력비율	29
3. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포	30
4. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력비율	31
VI. 결 론	34
참고문헌	36

표 목 차

표 1. 연구대상자의 신체적 특성	15
표 2. 측정도구 및 용도	16
표 3. 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력분포	21
표 4. 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력비율	23
표 5. 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포	24
표 6. 체중별 0°, 45°, 90°의 압력비율	27



그 립 목 차

그림 1. 보행 시 지지기와 스윙기	11
그림 2. 체성분분석기	16
그림 3. 압력분포측정기	16
그림 4. TPScan48N 압력분포측정기	17
그림 5. 실험절차	18
그림 6. 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력분포	21
그림 7. 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력비율	23
그림 8. 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포	25
그림 9. 체중별 0°, 45°, 90°의 압력비율	27

A Comparative Analysis of Plantar Pressure
by Change of Direction on Walking
of Men in Thirties

Ja Jung Kim

Department of Physical Education

The Graduate School

Pukyong National University

Directed by Professor Yong Jae Kim, Ph. D.

Abstract

The purpose of this research is the analysis and comparison of transition in regards to the center of pressure between average adult males and obese adult males and the difference in characteristics, and furthermore measuring pressure distribution and proportion in the change of direction for minimization of load to prevent injury.

The target of this research were residents of B town who are healthy and in their thirties, and participants who experienced pain in their feet and waist area for past six months were excluded. The participants were categorized according to BMI into 3 groups (with each group

having 6 members): each group of normal, overweight, and obese. The experiments were conducted to the participants after thorough explanation and agreement regarding to the purpose and methods of the research.

The pressure distribution tester was installed 5 meters after the starting point. 0° , 45° , 90° of walking direction were marked to set the participants' walking direction. The participants walked in bare feet, and the experiments started after walking 5 meters for 10 times in each degree, so the actions of targets became natural. In order to induce natural walking speed of the participants, the metronome was set at 100 steps/minute.

The conclusions of the research were as followed after the analyses.

1. When comparing the pressure distribution of walking angles based on the difference between the three groups of normal, overweight, and obese, the pressure distribution of the obese group came out higher than the overweight group at 90° of the left front foot (statistically significant at $p < .05$). And the pressure distribution of the obese group came out higher than the normal group at 45° of the right front foot (statistically significant at $p < .05$).
2. When comparing the pressure distribution of walking angles based on the difference between the three groups of normal, overweight, and obese on the left front foot, right front foot, left back foot, right back foot, there was no significant statistical difference ($p > .05$).
3. When comparing the pressure distribution of 0° , 45° , 90° based on weight, the pressure distribution of 90° was higher than 0° and 45°

(statistically significant $p > .05$).

4. The pressure distribution of walking based on weight for 0° , 45° , 90°

1) In the normal group, as the left front foot angle increased, it was found that the pressure distribution increased. In the overweight group, the pressure distribution was higher for 45° and 90° than 0° (statistically significant $p < .01$).

2) In the normal group, the pressure distribution on the right front foot was higher for 45° and 90° than 0° (statistically significant $p < .01$). In the overweight group, the pressure distribution was higher for 45° than 0° (statistically significant $p < .01$).

3) In the overweight group, the pressure distribution on the left front foot was higher for 0° than 45° and 90° (statistically significant $p < .05$). In the overweight group, the pressure distribution was higher for 45° than 0° (statistically significant $p < .01$). In the obese group, the pressure distribution was higher in 0° than 45° and 90° (statistically significant $p < .05$).

4) In the normal group, the pressure distribution on the right back foot was higher for 0° than 45° and 90° (statistically significant $p < .01$). In the overweight group, the pressure distribution was higher for 0° than 45° (statistically significant $p < .05$).

I. 서론

1. 연구의 필요성

현대인은 고도의 과학기술문명 혜택을 누리고 살며, 신체활동의 기회는 감소되고 영양가 높은 음식의 과잉 섭취로 인해 소비에너지의 감소와 섭취 에너지의 증가라는 불균형적인 결과가 이어지고 있다. 비만증이란 또 다른 새로운 질병이 유발되어 그 수가 급진적으로 증가하고 있는 추세이다. 일반적으로 우리 신체는 27세 이후가 되면 신장의 변화 없이 체중변화가 시작되며, 30-40대에 이르러서는 가장 심하게 체중 증가가 일어나고 이 시기에 비만 인구가 급증한다고 한다(유인경, 2008).

비만은 성인병의 원인은 물론 현대인들의 건강을 위협하는 주범이 되고 있다. 현재 비만은 전 세계적으로 유행하고 있으며, 비만이 늘어나는 이유는 간단명료하다. 즉, 많은 음식을 섭취하고 적게 움직이기 때문이다. 통계에 따르면 60억 인구 중 17억 명이 비만이거나 과체중 상태로 지난 10년 사이 비만인구는 1995년 2억 명에서 2003년 3억 명으로 급증하였다. 또한, 지난 2008년 기준 전 세계 20세 이상의 성인 중 14억 명이 과체중이고 이중 2억의 남성, 3억의 여성이 비만이었다. 즉, 전 세계 성인의 35%가 과체중, 11%가 비만에 해당되고, 2015년에는 전 세계 인구의 약 23.4%가 비만이 될 것이며, 10년 후에는 비만인구가 현재보다 50% 증가할 것으로 전망하고 있다(WHO, 2014). 비만은 과거에 선진국들에서 부자병으로 분류되어 심각한 문제로 대두되었던 질환으로, 현재는 비만뿐만 아니라 이와 관련된 다양한 질환들이 전 세계적으로 확산되고 있다(김태완, 2006; 이옥진, 김미예, 2003).

보행은 인간이 일상생활을 수행하는 데 있어서 매우 중요한 역할을 하고

있으며, 독립적인 생활을 영위하는데 가장 기본이 된다(정현성, 2009). 그러나 과체중이나 비만인 사람에게는 무릎 관절염이 발생할 확률이 무척 높으며, 비만으로 인한 체중 증가에 따른 잘못된 보행 습관 및 자세는 하지 관절에 작용하는 하중을 증가시켜 하지 관절의 상해 및 관절염을 발생시키는 주요한 요인으로 작용된다(서욱현, 2009).

신체 안정성을 유지하면서 보행의 궁극적인 목적을 수반하는 것은 근골격계와 신경계를 총괄적으로 통합하여 사용하는 복잡한 운동을 구성한다. 일정한 속도를 유지하며 방향을 잡고 각 관절을 단계적으로 이동시켜 몸 전체를 움직이게 한다(오연주, 2008). 신체적 문제가 없는 정상인도 연령, 지면 및 무게부하에 따라 걷는 양상이 달라질 뿐만 아니라, 보행조건에 따라 에너지 소비도 변하게 된다(위웅량, 2009). 다시 말해 잘못된 보행은 생리학 및 역학적 불균형을 초래할 수 있다. 이러한 잘못된 보행의 근본적인 원인으로 비만과 밀접한 관련이 있으며 결국, 비만은 무게중심의 불균형과 무게부하에 따른 족저압력을 가중시키는 요인으로 작용하게 된다.

보행에 관한 선행 연구들을 살펴보면 주로 고령자와 비만 체중인을 대상으로 근활성도 및 하지관절 움직임의 생체역학적 연구가 주를 이루고 있으며 보행형태와 보행속도를 예측변인으로 하여 하지관절 부하에 관한 역학적 연구도 이루어지고 있다. 김태완(2006)은 보행속도가 비만인의 하지관절 각과 지면반력에 영향을 미쳐서 발목, 무릎, 엉덩이 관절각도에서 집단 간 차이를 보였다고 보고하여 비만인이 정상인보다 보행시 push-off 파워가 적어 속도가 떨어지면서 에너지 소모가 많은 보행을 하게 되는 것으로 보행속도 변화에 따른 메커니즘을 밝혔다. 또한, 정남주와 윤희중(2001)은 남자 비만 어린이 보행주기의 생체역학적 분석을 통해 지지 순간 최대 수직 지면반력 값이 정상인에 비해 유의하게 높았으며, 전후 지면반력 값이 제동기보다 추진기가 더 큰 것으로 나타나 아동의 전후 지면반력 결과와 비

슷한 결과를 나타냈다고 보고하였다.

본 연구에서 밝히고자 하는 정상 집단과 비만 집단의 보행 시 하지 관절의 운동역학적 변인에 관한 이론적 근거가 되는 연구로 보행 동작과 관련하여 서욱현(2009)은 30~40대 성인 남성들을 대상으로 정상인 집단과 비만 집단으로 분류하여 접지 시와 이지 시 하지 관절의 각도, 모멘트, 수동적 최대 수직 충격량 및 부하율, 부하 시간, 다리 강성, 그리고 하지 관절의 강성 등의 운동역학적 변인에 대한 분석을 하였으며, 한진태와 류태범 및 이해정(2008)은 정상 남녀 성인을 대상으로 보행 시 방향전환 각도에 따른 압력중심 이동경로와 족부의 영역별 족저 최고 압력값 그리고 지면 접촉시간을 알아보았다. 그 결과 보행 중 방향전환이 압력중심 이동경로와 족저압력, 그리고 지면접촉시간에 영향을 미칠 수 있다는 것을 확인하였다.

한편, 비만인의 보행과 관련하여 McGraw 등(2000)은 정적 안정성에 있어서 정상인 보다 비만인의 내외측 정적 안정성이 떨어진다고 하였으며, Messier 등(2005)은 체중 감소에 따라 무릎 관절의 외전 모멘트가 감소하였으며, 이러한 결과는 무릎의 하중을 감소시키는데 중요한 역할을 한다고 보고하였다. 이 외에도 여러 학자들에 의해 비만인의 근골격 장애(Wearing, Henning, Byrne, Steele, & Hills, 2006), 구조적, 기능적 한계(Hills, Henning, Byrne & Steele, 2002)와 관련된 연구가 이루어졌다.

지금까지의 선행연구들은 비만인과 정상인의 보행형태와 속도에 따른 족저압력 분포나 하지관절 부하, 그리고 내·외전 모멘트에 대한 역학적 분석이 진행되어 왔으나 보행 시 체중별과 각도별 방향전환에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 30대 남성을 대상으로 객관적 비만도(BMI)에 따른 비만, 과체중, 정상인 성인의 보행을 통하여 발의 지면 압력분포 값에 대한 특징을 알아보고, 방향전환 시 각도에 따라 전후족의 압력분포 및 비율을 측정하여 발의 기능에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 일반 성인 남성과 비만 성인 남성을 대상으로 보행에 따른 압력 중심의 변화를 비교 분석하여 정상인 남성과 과체중, 비만인 남성의 특징을 알아보고, 압력분포 및 비율을 측정하여 나아가 방향전환 시 최소한의 부하를 주어 부상을 방지하는데 목적이 있다.

3. 연구의 문제

본 연구에서 밝히고자 하는 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

- 1) 보행의 방향전환 시 각도별 정상, 과체중, 비만 집단 간 압력분포의 차이를 밝힌다.
- 2) 보행의 방향전환 시 각도별 정상, 과체중, 비만 집단 간 압력비율의 차이를 밝힌다.
- 3) 보행의 방향전환 시 체중별 0°, 45°, 90° 집단 간 압력분포의 차이를 밝힌다.
- 4) 보행의 방향전환 시 체중별 0°, 45°, 90° 집단 간 압력비율의 차이를 밝힌다.

4. 연구의 제한점

본 연구를 수행 하는데 다음과 같은 제한점을 두었다.

- 1) 피험자의 생리학적인 요인과 심리학적인 요인은 고려하지 않았다.
- 2) 보행 속도는 대상자의 자연스러운 보행 동작을 유도하기 위하여 메트로놈 박자에 맞춰 일반 보행의 속도 보통보행(100 steps/min)을 실시하였다.
- 3) 보행의 방향은 방향전환 비율이 높다고 판단되어지는 0° , 45° , 90° 로 제한하였다.

5. 용어의 정의

- 1) 양하지 지지기(Double support) : 보행 도중 좌우 양측발이 지면에 닿아 있는 시기, 한 발은 체중을 받치고 다른 발은 유각기 전 단계를 말한다(김우섭, 2008).
- 2) 단하지 지지기(Single support) : 한 발만이 지면과 접하고 있는 보행 주기 동안의 시기, 다른 쪽은 유각기에 해당한다(김우섭, 2008).
- 3) 지지기(Stance phase) : 보행 도중 발이 지면에 닿아 체중부하가 주어지는 시기(김우섭, 2008).
- 4) 체공기(Swing phase) : 보행 도중 발이 지면에서 떨어져 있는 시기이다(김우섭, 2008).

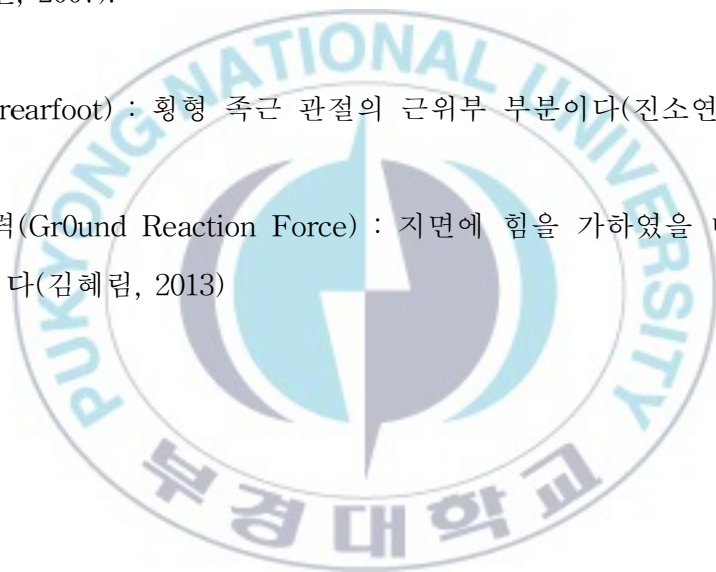
5) 발뒤축 접지(Heel strike) : 체공기에서 지지기로 전환되는 순간이다(김우섭, 2008).

6) 이지순간 진출기(Toe off) : 지지기에서 체공기로 전환되는 순간이다(김우섭, 2008).

7) 전족부(forefoot) : 족근 중족 관절(tarsometatarsal joint)의 원위부 부분이다(진소연, 2007).

8) 후족부(rearfoot) : 횡형 족근 관절의 근위부 부분이다(진소연, 2007).

9) 지면반력(Gr0und Reaction Force) : 지면에 힘을 가하였을 때 발생하는 반작용력이다(김혜림, 2013)



II. 이론적 배경

1. 비만의 특성과 원인

우리사회에서 비만은 급진적인 자동화된 생활양식으로서의 변화와 서구화된 식습관 등의 식단변화로 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 비만을 급증하고 있는 실정이다. 단순히 비만이란 체중이 많이 나가는 것이라고 생각하기 쉬우나, 사실 비만은 신체의 지방질의 비율이 정상보다 높은 상태를 의미한다(배희영, 2012). 비만은 단순히 비정상적인 외모를 일으키는 외관상의 문제뿐만 아니라, 당뇨병, 심혈관계 질환, 암과 같은 심각한 질환들을 동반하여 일으키고 사망의 위험성까지 높이는 건강위험 요인이기 때문에 더욱 문제시 되고 있다(대한비만학회, 2008; 이윤영, 2010).

우리나라의 경우 비만을(만 19세 이상, 표준화)은 1998년 26%에서 2005년 31.3%로 5.3% 증가한 후 최근 5년간 31% 수준을 유지하고 있다. 남자는 1998년 25%에서 2007년 36.2%로 11.1% 증가한 후 35~36% 수준을 유지하고 있으며, 현재는 1998년부터 2011년까지 25~27% 수준을 유지하고 있다(보건복지부, 2011).

세계보건기구(WHO)는 '치료가 필요한 질병'으로 비만을 정의하고 있다. 그 자체만으로도 용모손상(Disfigurement), 불편감(Discomfort), 비능률(Disability), 질병(Disease), 죽음(Death) 등 소위 5D 현상을 초래하며, 고혈압, 고지혈증, 당뇨병, 심혈관질환 등의 유병률 증가와 남성의 대장암, 전립선암과 여성의 담낭암, 자궁경부암, 자궁내막암, 남소암, 유방암 등의 유병률 및 사망률 증가, 담석, 호흡기 질환, 소화기 질환, 내분비계, 통풍, 관절염, 불안이나 우울 등의 심리적 문제의 초래 등과 같은 관련성을 가지는

것으로 보고된 바가 있다(유인경, 2008). 이와 같이 비만 및 체중의 증가가 오늘날의 사회에서 얼마나 많은 심각성을 가지고 있는지를 알 수 있다.

비만의 원인은 환경적 요인과 유전적 요인으로 인하여 발생한다. 비만은 과식, 편식, 과음, 스트레스, 신체 활동 부족 등의 원인인 단순성 비만과 식이조절과 에너지 소모와 관련된 유전적인 요인, 심리적 요인, 내분비계의 이상 등이 원인인 증후성 비만(배희영, 2012)이 있으며, 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1) 유전 요인

비만증 유발에서 유전요소의 영향을 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 첫째는 유전이 주도적인 역할을 하는 형성 장애 비만증이고 둘째는 유전이 단순히 비만의 소질만 부여하고 환경인자가 이에 부합될 때 비만증이 나타나는 경우이다(장희진, 2010).

살이 찌는 사람의 25~30%는 유전적으로 살이 찌기 쉬운 요소를 가지고 있다. 이들은 위의 활동력이 강하므로 소화, 흡수율이 높으며 이로 인해 식욕이 매우 왕성한 경우가 많다(김정곤, 2013). 양쪽 부모가 모두 비만일 경우 자녀가 비만일 확률은 약 70%이고, 한쪽 부모가 비만일 경우 약 40%, 부모 모두가 평균적인 체중일 경우는 약 10% 내외이다. 부모, 형제, 친척 중 비만인 사람이 많을 경우는 그렇지 않은 경우보다 비만일 확률이 높다. 이러한 수치로 볼 때 유전적 요인은 비만에 밀접한 관련을 가지고 있다는 것을 간과할 수 없다(김의수, 1995). 이러한 보고들은 우전자 인자와 환경인자의 영향을 구분하기가 어려우며, 가족 구성원은 비슷한 영양소 섭취와 환경 인자를 갖기 때문에 비슷한 비만도를 보이는 것이라고 한다(이태진, 2007).

2) 환경 요인

가족 구성원은 비슷한 식습관과 기호를 갖고 있기 때문에 비만도가 비슷하다. 국가 간 혹은 인종간의 특성을 보아도 육식을 많이 하는 미국의 경우에 비만율이 높은 반면에 먹을 것이 적거나 노동을 많이 하는 나라에서는 비만율이 낮다. 또한, 빨리 먹는 식사습관은 혈당상승속도를 저하시켜서 결국 과식을 초래하며 불규칙한 식습관은 지방생성효소들의 활성을 증가시켜서 지방합성이 증가하게 된다(양순규, 2010).

3) 운동 부족

운동량이 부족하게 되면 첫째, 기초 대사량이 낮아지게 된다. 따라서 소비하고 남은 에너지가 지방으로 변해 체중이 증가하게 된다. 둘째, 운동 부족은 인슐린분비를 활성화시키게 되는데, 인슐린은 식욕을 증가시키는 작용과 지방을 축적시키는 작용을 한다. 즉, 운동이 부족하게 되면 인슐린 분비가 왕성해 지고 식욕이 증가하고 지방 세포가 계속 커지게 된다. 셋째, 운동이 부족하면 지방을 만드는 효소작용이 활발해지며, 포도당이나 아미노산을 지방으로 바꿀 때 필요한 지방합성효소의 활발한 작용이 체중을 증가시키게 된다. 넷째, 운동 부족은 지방을 분해하는 카티콜라민의 분비를 억제하여, 근육 조직의 감소를 가져와 우리 몸에 지방을 축적시킨다(김정곤, 2013).

2. 발의 구조와 보행

인간의 발은 26개의 뼈와 수많은 관절들이 있으며 근육을 비롯하여 신경혈관 등이 복잡하게 연결되어 조화를 이룬 정교한 인체의 기관 가운데 하나이다(김재호, 2006). 발의 구조는 기능적 특성상 후족부, 중족부, 전족부

의 세 부분으로 구분하게 되고, 후족부는 목말뼈와 발꿈치뼈, 중족부는 주상골, 입방골, 3개의 설상골, 전족부는 발허리뼈와 족지골로 구성되어 있다. 발의 움직임을 보면 등쪽굽힘과 발바닥쪽 굽힘은 돌림의 안가쪽축에 대해 시상면에 평행하게 일어나는 운동이고 내번과 외번은 돌림의 앞뒤축에 대해 이마면에 평행하게 일어나는 운동이다. 그리고 벌림과 모음은 돌림의 수직축에 대해 가로면에서 일어나는 운동이다(김명권, 2012).

보행이란 이동 운동의 한 형태로 신체를 한 장소에서 다른 장소로 진행시키는 인간기본 운동의 하나이다. <그림 1>과 같이 보행의 주기는 보통 발의 뒤축이 지면에 닿는 시기에서 한 주기가 반복하여 다시 발의 뒤축이 지면에 닿는 시기까지이다. 따라서 한 주기는 크게 두 개의 국면(stance phase)으로 구분되는데 스윙 국면과 지지 국면으로 분류된다. 스윙 국면은 발끝이 지면에서 떨어지는 직후(toe off)부터 다시 뒤꿈치가 지면에 닿기 직전까지의 구간이며, 지지 국면은 뒤꿈치가 지면에 닿는 직후부터 발끝이 지면에서 떨어지는 직전까지의 구간이다(김희수, 2004).

보행의 동작 형태는 그 사회의 생활 습관이나 의식구조와 같은 심리적 특성과 그 특성에 따라 다른 보행형태를 보일 수 있다(권오복, 2001). 보행 시 인체 중심은 정상적 성인의 경우 발에서부터 신장의 55% 지점에 위치하게 되는데 인체 중심의 위치 이동은 한 지점에서 다른 지점으로 신체를 옮기는데 관여하는 여러 가지 힘과 동작의 총체로서 이루어진다(김동균, 2005).

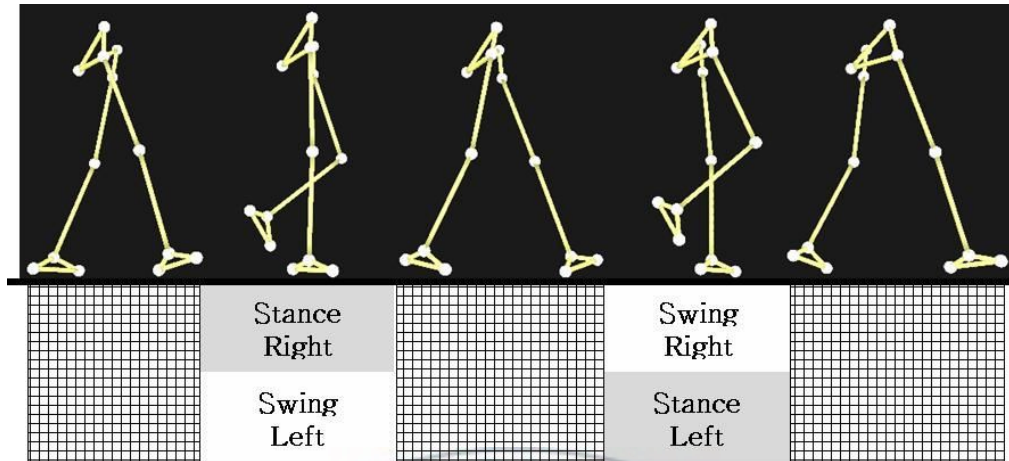


그림 1. 보행 시 지지기와 스윙기

보행의 단계로는 총 8개의 기능적인 단계로 나누어진다. 각 단계는 보행에 필요한 3가지 과제인 체중 수용기(weight acceptance phase), 단하지 지지기(single limb support phase), 하지 추진기(limb advancement)로 나누어진다(남석현, 2011; Perry, 1992).

1) 체중 수용 단계: 충격 흡수 초기 하지 안정, 전진을 위한 준비가 이루어진다.

제 1단계 : 초기 접지

제 2단계 : 부하 반응

2) 단하지 지지기 : 한쪽 다리로 체중 전체를 지지하고, 반대쪽 다리는 유각기 시기이다.

제 3단계 : 중간 입각기

제 4단계 : 말기 입각기

3) 하지 추진기 : 발이 지면에서 떨어져 전방으로 이동하는 시기이다.

제 5단계 : 전 유각기

제 6단계 : 초기 유각기

제 7단계 : 중간 유각기

제 8단계 : 말기 유각기

신체 이동운동 시 지면접촉으로 수직지면 반력의 충격피크 값은 운동 시 상해와 관련여부를 판단하는 결정변인으로 활발하게 활용되고 있다(류지선, 2008). 또한 지면반력에 대한 방향특성은 F_x (좌·우 지면반력), F_y (전·후 지면반력), F_z (수직 지면반력)의 3방향으로 나타내고 있다(윤양진, 김정태, 이중숙, 1998; 최란, 2008).

3. 바른 보행과 자세

바른 보행은 복부와 엉덩이부분에 힘을 주고 자연적인 척추의 곡선을 유지한 채 몸을 바로 세운 다음 발뒤꿈치부터 먼저 땅에 닿게 하여 바닥을 거쳐 발 앞부분까지 미는 듯이 부드럽게 지면을 구르며, 동시에 발의 외측부터 내측으로 회전하며 내딛는 동작이어야 한다. 이렇게 걸으려면 발목에 힘을 약간 주어 발끝이 하늘로 약간 젖히는 기분으로 걸어야 발뒤꿈치에서 발가락 끝으로 힘이 옮겨간다. 항상 발뒤꿈치부터 땅에 닿는다는 생각과 적당한 보폭으로 일직선으로 걷게 되면, 아주 당당한 바른 보행이 될 수 있다(김진태, 1999).

나쁜 보행 조건일 경우에는 신체중심의 불안정성으로 인하여 신체 각부 위의 평형성 및 호흡과 심장활동 등에 영향을 미쳐 에너지 소비증가의 원인이 되어 피로가 증가하게 되며, 이러한 보행조건이 계속해서 축적될 경우에는 신체에 상당한 영향을 미치게 된다. 평생 동안 좋지 않은 걸음을 신체에 축적될 경우에는 인체·생리학적 장애를 가져오고 세부적으로는 근육과 관절에 피로를 주어 그 충격이 척추와 대뇌까지 전달되어 피로는 물론 장애나 병을 일으키는 직접적인 원인이 된다(박기란, 2006).

바른 자세란 우리 몸과 나무를 비교해 본다면 한쪽은 몸의 앞부분을 지탱하는 복부 근육이고 다른 한쪽은 뒤를 지탱하는 척추 근육이라 할 때 나

무는 척추에 해당 된다고 볼 수 있다. 척추의 뒤에 있는 근육은 지렛대의 팔의 길이가 짧고 단단하여 항상 긴장 상태를 가져오는 반면, 복부 근육은 지렛대의 팔의 길이가 길고 비교적 약한 까닭에 영양섭취는 잘 하면서도 운동부족인 사람들에게서는 더욱 약해지기 쉽다. 이렇게 되면 척추의 후방에 있는 근육은 더욱 긴장되고 따라서 요동을 유발하게 된다(박기란, 2006).

균형은 기저면 위에 체중을 유지하기 위해 지속적인 근육활동과 관절 운동이 요구되는 상태로 연령, 고유수용성감각 손실, 신경계질환, 슬관절 구축, 시각, 신장, 발의 위치 등 다양한 요소가 균형에 영향을 미친다(진소연, 2007).

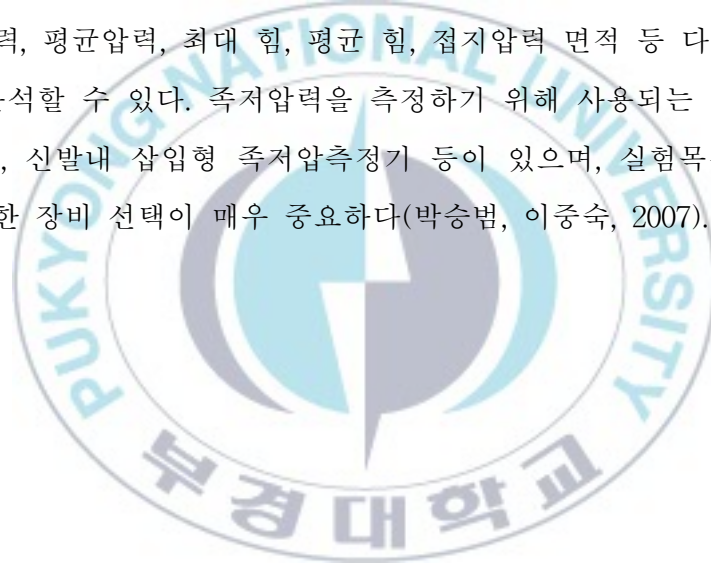
4. 보행 선행연구와 족저압력

노윤희(2001)는 여중생의 체지방율에 따른 보행 시 하지동작의 운동역학적 분석을 하여 체지방율에 따른 평균압력과 최대 압력의 차이는 유의한 차이가 있다고 보고하였고, 체지방율이 30%이상인 집단에서 평균압력과 최대압력이 가장 크다고 보고하였고, 위웅량(2009)는 정상아동 그룹과 비만 아동 그룹에 자기보행 속도와 무게보행 속도를 비교한 결과 정상아동에 비해 비만아동이 보행 시 정상아동에 비해 느린 보행을 하였고, 무게부하 보행 시 또한 느린 보행을 하였다.

김경훈(2011)은 20~30대 남자 10명을 대상으로 정상족과 편평족 족궁지지 구조물 삽입을 통하여 족저압력 분석을 실시하여 보행 시 발이 쉽게 피로해지는 편평족의 뒤꿈치에 발생하는 평균압력을 줄여줌으로써 정상적인 보행활동을 유도해 줄 수 있을 것으로 보이며 족궁에 적절한 자극을 제공하지만 발전체에 발생하는 평균압력은 변하지 않아 족궁지지 구조물 부착

에 따른 보행 시 족저압력에 의한 피로의 차이는 보이지 않는다고 보고하였다. 또한, 송재원(2012)은 족저근막염 질환을 판정받은 여성과 정상인 여성의 보행 시 나타나는 변인들을 비교분석하여 족저근막염으로 인해 나타나는 부정적인 보행패턴의 결과를 분석 및 확인하여 족저근막염으로 인한 잘못된 보행 형태가 야기할 수 있는 또 다른 상해예방에 대한 과학적인 자료를 함께 제시하였다.

족저압력을 측정하는 장비들 역시 발과 관련 연구가 활발하게 진행되어 오면서 다양하게 개발되어 왔으며, 족저압력 측정을 통하여 얻어진 데이터는 최대압력, 평균압력, 최대 힘, 평균 힘, 접지압력 면적 등 다양한 요소들에 의해 분석할 수 있다. 족저압력을 측정하기 위해 사용되는 장비로는 힘판, 압력판, 신발내 삽입형 족저압측정기 등이 있으며, 실험목적과 방법에 따른 적합한 장비 선택이 매우 중요하다(박승범, 이중숙, 2007).



Ⅲ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 B광역시에 거주하는 건강한 30대 남성을 대상으로 하였으며, 지난 6개월 동안 하지의 외상, 발이나 허리 부위의 통증을 경험했던 자는 제외하였다. 먼저 신체조성 검사를 실시하여 체질량 지수(BMI) 브로카지수-이상체중법(Modified Broca's method) $[\text{신장(cm)}-100]*0.9$ 를 이상적인 체중으로 계산하여 현재 체중을 백분율화 하는 방법에 따라 집단별로 정상그룹 6명(16.79%~23.67%)과 과체중 그룹 6명(23.68%~25%), 비만 그룹 6명(26%~)으로, 총 3그룹으로 분류하였다.

본 실험에 대한 참여 여부를 확인 후 실험 동의서를 작성하고, 실험 시작 전 모든 대상자들에게 내용과 목적을 충분히 설명하고, 주의사항을 미리 설명한 후 실험을 실시하였다. 본 연구에 참가한 연구 대상자의 신체적 특성은 다음의 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

집단(n)	연령(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	발크기(cm)	BMI(kg/m ²)
정상(6)	31.00±1.26	176.17±3.97	66.17±3.92	263.33±5.16	21.33±1.28
과체중(6)	31.00±0.63	178.50±4.09	77.50±3.21	271.67±6.83	24.32±0.34
비만(6)	30.83±0.41	181.00±3.22	88.33±3.44	279.17±6.65	26.98±1.39

2. 측정도구

체중별 보행 시 압력분포 및 비율을 알아보기 위해 사용된 실험장비는 <표 2>와 같다.

표 2. 측정도구 및 용도

측정기기	모델	제작회사	측정용도
체성분측정기	BC-418	TANITA	체지방률 측정
압력분포측정기	TPScan48N	(주)바이오메카닉스	압력분포 측정
신장계	OST-401	OSUNG SP	신장계측
디지털 체중계	OAS-150	OSUNG SP	체중계측
메트로놈	SMT-2000	SAMICK	속도측정
컴퓨터	펜티엄IV	Samsung	데이터분석



그림 2. 체성분분석기



그림 3. 압력분포측정기

3. 측정항목

1. 보행의 방향전환 시 각도별 정상, 과체중, 비만 집단 간 압력분포
2. 보행의 방향전환 시 각도별 정상, 과체중, 비만 집단 간 압력비율

3. 보행의 방향전환 시 체중별 0°, 45°, 90° 집단 간 압력분포
4. 보행의 방향전환 시 체중별 0°, 45°, 90° 집단 간 압력비율

4. 측정방법

본 연구는 정상그룹과 과체중그룹, 비만그룹을 대상으로 양 발의 전족과 후족의 압력측정, 전체 압력에서 전족과 후족의 압력비율을 분석하기 위해 <그림 4>와 같이 TPScan48N 압력분포측정기를 이용하여 분석하였다.

대상자가 ‘시작’ 구령과 함께 5m 떨어진 지점에서 압력 측정판을 밟고 지나가면 측정된 자료가 프로그램 화면에 표시되며, 두 번째 발가락과 뒤꿈치의 중간부위를 연결해서 보행 각도를 측정하고 저장을 하면 측정이 끝나게 된다.



그림 4. TPScan48N 압력분포측정기

5. 실험방법

실험 전 연구대상자들에게 연구목적과 실험방법에 대해 충분히 설명을 하고, 사전 동의를 얻은 후 실험을 실시하였다.

압력분포 측정기는 대상자 출발 시작 지점인 5m 뒤에 설치하였으며, 0° , 45° , 90° 보행방향에 발판 표식을 설치하여 대상자의 보행방향을 설정하였다.

대상자는 맨발로 걷게 하였으며, 5m 떨어진 곳에서 각도별로 10회 반복 실험을 한 후 자연스러운 동작이 되었을 때 실험을 진행하였다.

보행 속도는 대상자의 자연스러운 보행 동작을 유도하기 위하여 메트로놈 박자에 맞춰 보통 보행의 속도(100 steps/min)로 실시하였다.

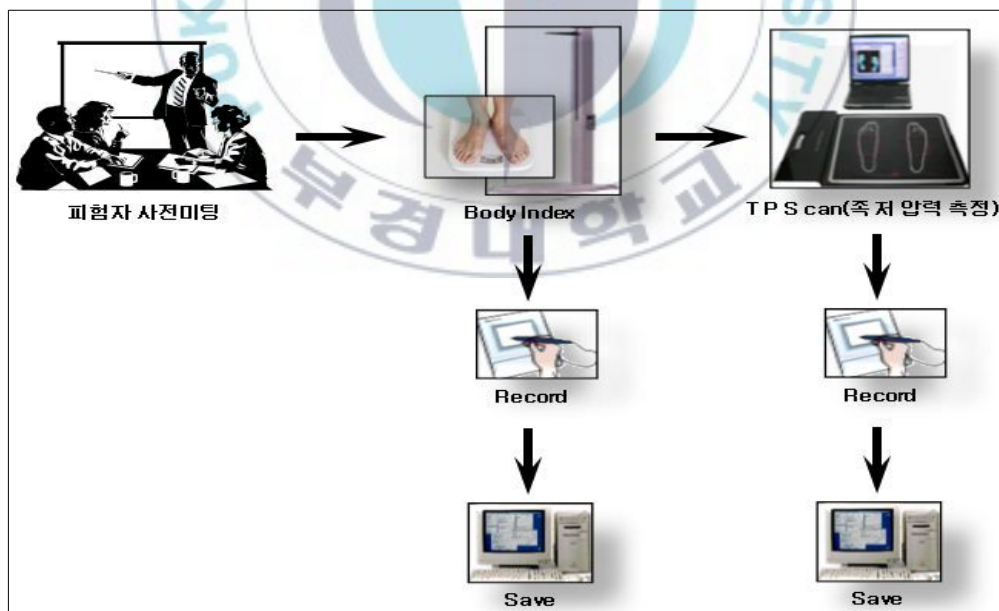


그림 5. 실험절차

6. 자료처리방법

본 연구의 실험 결과를 위한 데이터를 (주)바이오메카닉스사의 TPScan V4.3 Triple pad system을 통하여 얻은 후, SPSS Ver 18.0을 이용하여 통계처리 하였으며, 구체적인 분석 방법은 다음과 같다.

보행의 방향 전환 시 각도별, 체중별 압력분포와 압력비율의 차이를 분석하기 위해 일원배치분산분석(One-way ANOVA)를 실시하였고, 집단 간 각각의 차이를 규명하기 위해 사후검증으로 Duncan을 실시하였다. 통계적 유의확률은 $p < .05$ 로 설정하였다.



IV. 연구결과

본 연구는 B광역시에 소재하고 있는 30대 성인남성 중 정상그룹 6명, 과체중그룹 6명, 비만그룹 6명을 대상으로 체중별 방향전환 시 집단 간 전족과 후족의 압력 분포와 압력비율을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력분포

보행 방향전환 시 각도별 집단 간 족저압력분포 값을 살펴보면, 왼발전족 90°에서 비만($0.16 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$)이 과체중($0.14 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$)보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 0°와 45°에서도 비만 집단이 정상, 과체중 집단보다 압력분포 값이 더 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 또한, 오른발전족 45°에서 비만($0.20 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$)이 정상($0.17 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$)보다 압력분포 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 0°와 90°에서도 비만 집단이 정상, 과체중 집단보다 압력분포 값이 더 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

왼발후족 0°의 경우 비만집단이 정상, 과체중 집단보다 압력분포 값이 더 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차는 없었다. 45°와 90°에서도 비만 집단이 정상, 과체중 집단보다 압력분포 값이 더 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

오른발후족 0°, 45°와 90°에서도 집단 간 압력분포의 차가 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

표 3. 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력분포

(kgf/cm²)

측저영역		정상	과체중	비만	F	P	Duncan
왼발 전족	0°	0.14±0.01	0.14±0.01	0.15±0.02	.337	.719	
	45°	0.14±0.02	0.14±0.01	0.15±0.01	1.107	.356	
	90°	0.14±0.01	0.14±0.01	0.16±0.01	5.733*	.014	2<3
오른발 전족	0°	0.17±0.02	0.18±0.02	0.20±0.01	2.989	.081	
	45°	0.17±0.01	0.18±0.00	0.20±0.01	3.824*	.045	1<3
	90°	0.17±0.02	0.17±0.01	0.20±0.01	2.991	.081	
왼발 후족	0°	0.13±0.01	0.13±0.01	0.14±0.01	1.489	.257	
	45°	0.13±0.02	0.13±0.01	0.14±0.02	.501	.616	
	90°	0.13±0.01	0.14±0.01	0.15±0.02	1.667	.222	
오른발 후족	0°	0.14±0.01	0.12±0.00	0.14±0.02	1.535	.247	
	45°	0.14±0.02	0.12±0.00	0.14±0.02	2.869	.088	
	90°	0.14±0.02	0.14±0.01	0.15±0.03	.896	.429	

* : $p < .05$

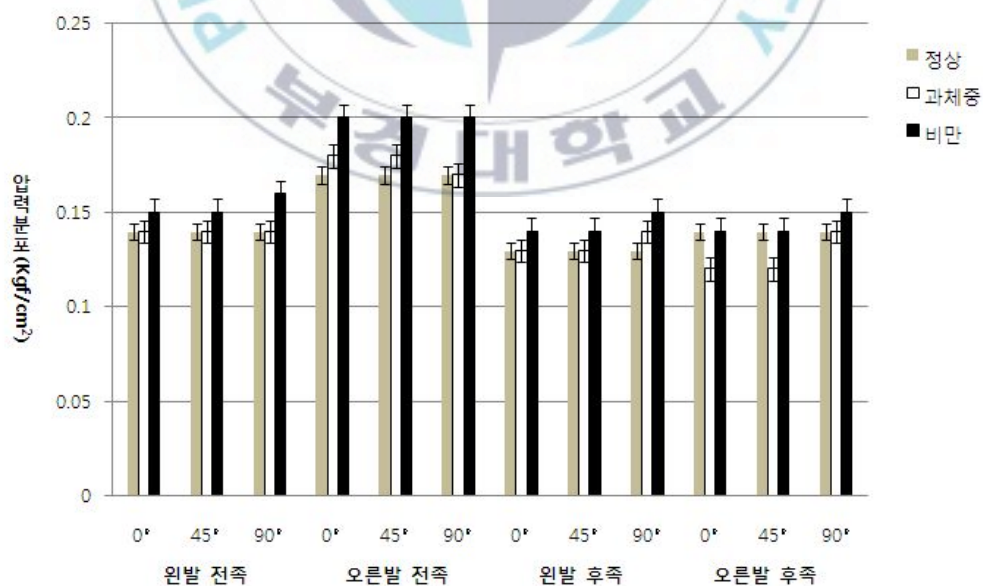


그림 6. 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력분포

2. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력비율

보행 방향전환 시 각도별 집단 간 압력비율의 차이에 대해서 영역별 압력비율을 살펴보면, 대체적으로 족저 영역별 왼발전족의 0° , 45° , 90° 에서 비만집단이 정상집단과 과체중집단보다 압력비율이 높게 나타났지만 체중별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 오른발전족은 0° , 45° 에서 비만집단이 과체중집단과 정상집단보다 압력비율이 높게 나타났고, 90° 에서는 정상집단이 과체중집단과 비만집단보다 압력비율이 높게 나타났지만 체중별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 왼발후족 0° , 45° , 90° 에서 과체중집단이 정상집단과 비만집단보다 압력비율이 높게 나타났지만, 체중별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 오른발후족 0° , 45° 에서는 정상집단이 과체중집단 비만집단보다 압력비율이 높게 나타났고, 90° 에서는 과체중집단이 비만집단과 정상집단보다 압력비율이 높게 나타났지만 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 결과적으로 족저영역에서 각도별 체중 집단 간 압력비율의 차이는 통계적으로 유의한 차가 없는 것으로 나타났다.

표 4. 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력비율 (%)

측저영역		정상	과체중	비만	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Duncan</i>
왼발 전족	0°	55.97±2.38	54.68±2.61	56.65±4.81	.504	.614	-
	45°	59.71±4.31	59.11±1.76	62.71±3.59	1.940	.178	-
	90°	61.86±5.57	59.82±2.48	61.92±1.32	.661	.531	-
오른발 전족	0°	62.18±2.23	62.41±3.37	67.10±5.28	3.127	.073	-
	45°	66.47±2.79	68.44±1.05	68.45±4.28	.852	.446	-
	90°	68.56±1.67	65.83±3.35	68.27±2.23	2.119	.155	-
왼발 후족	0°	43.71±2.49	43.94±2.37	43.34±4.81	.047	.954	-
	45°	39.90±3.96	40.28±1.62	37.31±3.58	1.506	.254	-
	90°	38.13±5.57	40.68±2.73	38.17±1.23	.954	.407	-
오른발 후족	0°	37.66±2.26	36.20±2.55	32.89±5.28	2.715	.099	-
	45°	33.48±2.85	31.46±1.02	31.59±4.22	.855	.445	-
	90°	31.43±1.67	33.90±3.18	31.55±2.45	1.829	.195	-

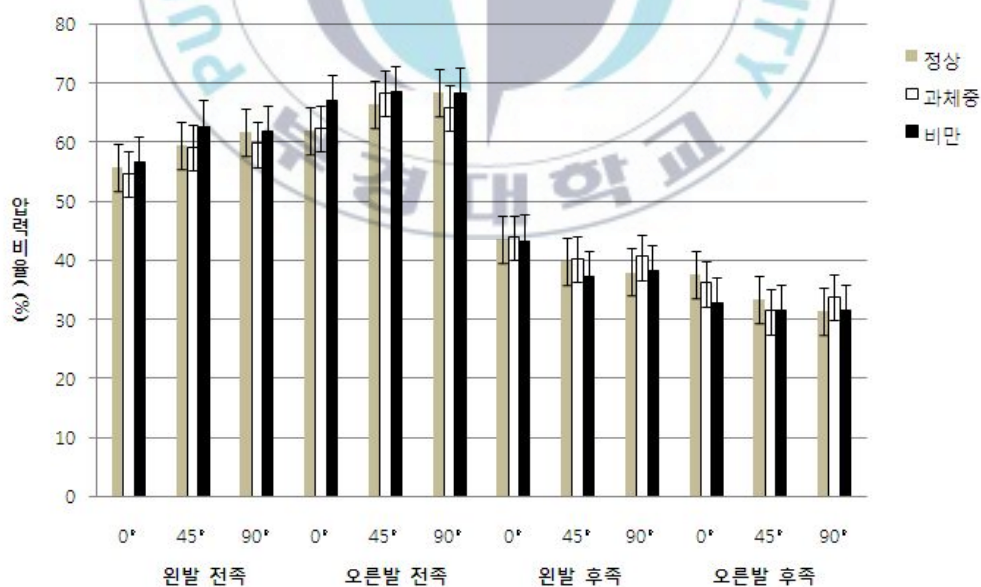


그림 7. 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력비율

3. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포

보행 방향전환 시 체중별 집단 간 족저압력분포 값을 살펴보면, 대체적으로 족저 영역별 왼발전족 정상, 과체중, 비만집단에서 각도에 따른 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > .05$). 오른발전족 정상, 과체중, 비만집단에서 각도별 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > .05$). 왼발후족의 정상, 과체중, 비만집단에서 각도별 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > .05$).

한편, 오른발후족 과체중 집단에서 90°($0.14 \pm 0.01 \text{ kgf/cm}^2$) 보행이 직선보행($0.12 \pm 0.00 \text{ kgf/cm}^2$)과 45°($0.12 \pm 0.00 \text{ kgf/cm}^2$) 보행 보다 압력분포값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 그러나 정상집단과 비만집단은 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

표 5. 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포 (kgf/cm²)

족저영역		0°	45°	90°	F	P	Duncan
왼발 전족	정상	0.14±0.01	0.14±0.02	0.14±0.01	.046	.955	
	과체중	0.14±0.01	0.14±0.01	0.14±0.01	.692	.516	
	비만	0.15±0.02	0.15±0.01	0.16±0.01	.481	.627	
오른발 전족	정상	0.17±0.02	0.17±0.01	0.17±0.02	.011	.989	
	과체중	0.18±0.02	0.18±0.00	0.17±0.01	1.722	.212	
	비만	0.20±0.01	0.20±0.01	0.20±0.01	.377	.692	
왼발 후족	정상	0.13±0.01	0.13±0.02	0.13±0.01	.676	.524	
	과체중	0.13±0.01	0.13±0.01	0.14±0.01	2.646	.104	
	비만	0.14±0.01	0.14±0.02	0.15±0.02	.247	.764	
오른발 후족	정상	0.14±0.01	0.14±0.02	0.14±0.02	.058	.944	
	과체중	0.12±0.00	0.12±0.00	0.14±0.01	6.931**	.007	1,2<3
	비만	0.14±0.02	0.14±0.02	0.15±0.03	.433	.657	

** : $p < .01$

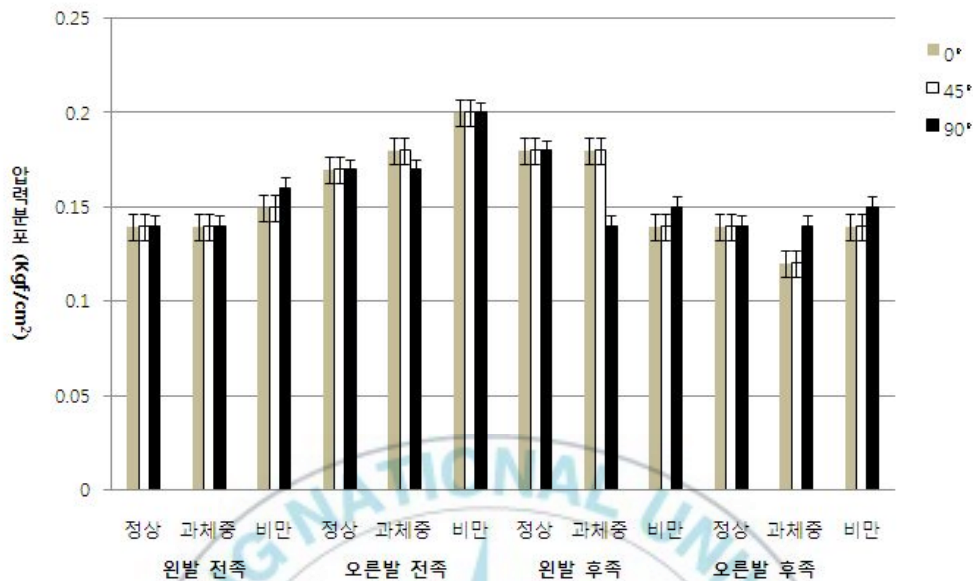


그림 8. 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포

4. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력비율

보행 방향전환 시 체중별 족저압력비율 값을 살펴보면 첫째, 왼발전족 정상집단에서 각도가 증가 할수록 압력비율 값이 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 각도별 집단 간 차이는 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 과체중집단에서는 45°(59.11±1.76%)와 90°(59.82±2.48%)의 방향전환에서 직선보행(54.68±2.61%)보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 비만 집단에서는 45°(62.71±3.59%)와 90°(61.92± 1.32%)의 방향전환에서 직선보행(56.65±4.81%)보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

둘째, 오른발전족 정상집단에서는 45°(66.47±2.79%)와 90°(68.56±1.67%)의 방향전환에서 직선보행(62.18±2.23%)보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 과체중집단에서는 45°

($68.44 \pm 1.05\%$)의 방향전환이 직선보행($62.41 \pm 3.37\%$)보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 그러나 비만집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

셋째, 왼발후족 과체중에서는 직선보행($43.94 \pm 2.37\%$)이 45° ($40.28 \pm 1.62\%$)와 90° ($40.68 \pm 2.73\%$) 압력비율보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 비만집단에서는 직선보행($43.34 \pm 4.81\%$)이 45° ($37.31 \pm 3.58\%$)와 90° ($38.17 \pm 1.23\%$) 압력비율보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 정상집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

넷째, 오른발후족 정상집단에서는 직선보행($37.66 \pm 2.26\%$)이 45° ($33.48 \pm 2.85\%$)와 90° ($31.43 \pm 1.67\%$) 압력분포보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 과체중집단에서는 직선보행($36.20 \pm 2.55\%$)이 45° ($31.46 \pm 1.02\%$) 보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 비만집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 6. 체중별 0°, 45°, 90°의 압력비율 (%)

족저영역		0°	45°	90°	F	P	Duncan
왼발 전족	정상	55.97±2.38	59.71±4.31	61.86±5.57	2.881	.087	
	과체중	54.68±2.61	59.11±1.76	59.82±2.48	8.624**	.003	1<2,3
	비만	56.65±4.81	62.71±3.59	61.92±1.32	5.174*	.020	1<2,3
오른발 전족	정상	62.18±2.23	66.47±2.79	68.56±1.67	12.153**	.001	1<2,3
	과체중	62.41±3.37	68.44±1.05	65.83±3.35	6.923**	.007	1<2
	비만	67.10±5.28	68.45±4.28	68.27±2.23	.188	.831	
왼발 후족	정상	43.71±2.49	39.90±3.96	38.13±5.57	2.741	.097	
	과체중	43.94±2.37	40.28±1.62	40.68±2.73	4.613*	.027	2,3<1
	비만	43.34±4.81	37.31±3.58	38.17±1.23	5.107*	.020	2,3<1
오른발 후족	정상	37.66±2.26	33.48±2.85	31.43±1.67	11.292**	.001	2,3<1
	과체중	36.20±2.55	31.46±1.02	33.90±3.18	5.681*	.015	2<1
	비만	32.89±5.28	31.59±4.22	31.55±2.45	.203	.819	

* : $p<.05$, ** : $p<.01$

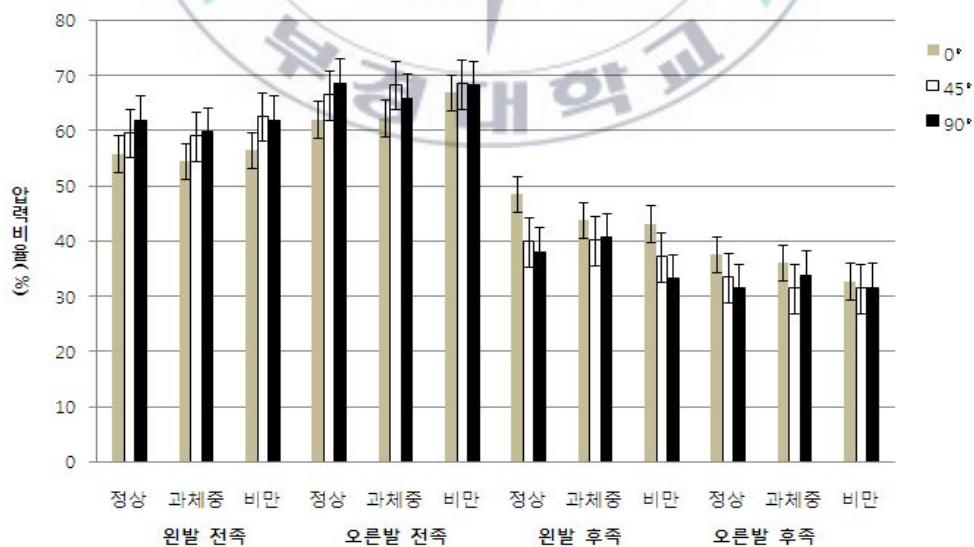


그림 9. 체중별 0°, 45°, 90°의 압력비율

V. 논 의

1. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력분포

체중별 집단 간 족저 압력분포 값을 살펴보면, 왼발전족 90°에서 비만($0.16 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$)이 과체중($0.14 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$)보다 압력분포 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 0°, 45°에서는 체중별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 오른발전족 45°에서 비만($0.20 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$)이 정상($0.17 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$)보다 압력분포 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 0°, 90°에서는 체중별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 왼발후족, 오른발후족에서도 체중별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

한진태 등(2008)의 연구에서 영역별 족저 최고압력 값은 방향전환 각도가 커질수록 전족부 내측 영역에서는 대체로 높아지고 전족부의 중앙, 외측과 후족부 영역에서는 대체로 낮아지는 경향을 보였다. 영역별 족저 최고압력값은 직선보행과 비교했을 때 보행 중 방향전환 각도가 증가할수록 대체적으로 증가하였고 통계적으로 유의한 차이를 나타내어 본 연구결과를 부분적으로 지지해주고 있다. 본 연구에서는 방향전환 각도가 커질수록 전족부 내측영역의 압력분포 값이 커지는 것으로 나타나 각도별에 따른 방향전환에서 비만 집단이 전족부의 압력분포 값이 높게 나타났다. 또한, 박승범과 이중숙(2007)은 등산화의 유형에 따른 최대족저압력을 분석한 결과, 직선 보행동작 보다 45° 방향전환 보행동작 시 힘의 편차가 다르게 나타났고, 높은 족저압력 값을 나타냈다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침해주고 있으며 상대적으로 방향전환의 각도가 클수록 정상집단 보다는 비만집단에서 더욱 큰 족저압력을 필요로 하는 것으로 판단된다.

2. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만의 압력비율

보행의 방향전환 시 각도별 집단 간 압력비율에 대해 살펴보면, 대체적으로 족저 영역별 왼발전족, 오른발전족, 왼발후족, 오른발후족에서 체중별 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > .05$).

위웅량(2009)은 정상아동 그룹과 비만아동 그룹 간에 무게부하 보행에 따른 수직지면반력과 전·후 지면반력의 접지시와 이지시 차이를 보기 위해 이원변량분석을 실시한 결과, 집단 간 유의한 차는 없었으나 무게부하보행 반복측정 간에는 통계적으로 유의한 차이를 내었으며($F=9.122, p=.017$), 접지시와 이지시 모두 집단 간과 무게부하 보행간의 상호작용은 나타나지 않았다. 이러한 결과는 본 연구에서 영역별 각도에 따라서 정상, 과체중, 비만 집단 간 차이가 없는 것으로 뒷받침할 수 있는 근거가 될 수 있으며, 접지시 정상그룹, 비만그룹의 변화량을 살펴보면, 정상그룹이 모든 보행시 지면에 가하는 부하가 다소 높게 나타났다고 하였다. 또한, Base line에서 볼 때, 자기속도 보행시 비만그룹에 비해 정상그룹이 지면에 가하는 부하가 높게 나타났고, 무게부하 보행시의 지면반력에서도 정상그룹이 높게 나타났다는 결과는 정상그룹이 체중의 약 10% 이상 체중증가를 했을 경우 비만그룹에 비해 신체에서 받아들이는 무게부하가 더 크게 나타난 결과라고 하였다. 즉, 불안정하며 추진력은 없지만 자기보상작용을 하며 의식적으로 보행을 하는 비만아동 그룹에 대해 정상아동 그룹이 활발한 하지 관절의 각도변화를 주어 보행을 하나, 만약 과체중이 되었을 시에도 그러한 보행을 하게 되면 하지관절 즉, 무릎이나 발목관절에 무리한 부하가 생기게 되어 근육통이나 관절염을 유발시킬 수도 있다고 하였다. 결과적으로 모든 영역에서 집단 간 압력비율 값은 평균적으로 유사한 근사치를 나타내어 각도와 집단 간 압력비율은 유의미한 차이가 없는 것으로 밝혀졌다.

3. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포

영역별 족저 압력분포 값을 살펴보면, 대체적으로 족저 영역별 왼발전족, 오른발전족, 왼발후족, 오른발후족에서 각도별 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편 오른발후족 과체중 집단에서 90°($0.14 \pm 0.01 \text{kgf/cm}^2$) 보행이 직선보행($0.12 \pm 0.00 \text{kgf/cm}^2$)과 45°($0.12 \pm 0.00 \text{kgf/cm}^2$) 보다 압력분포 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 그러나 정상집단과 비만집단은 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

최란(2008)은 비만아동의 이벤트별 전·후측과 왼발의 각도는 약 25°~30°로 나타난 반면 정상아동은 19°~24°정도로 나타났다. 따라서 전·후측과 왼발의 각도가 비만아동이 정상아동보다 약 4°~6°정도로 크게 나타났으며 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 비만아동의 오른발 왼발의 각이 정상아동보다 크게 나타난 원인은 정상아동에 비해 비만아동들이 접지 시에 상체가 후방으로 향해있기 때문에 부자연스런 동작으로 다리를 천천히 움직이는 현상이 일어났기 때문이라고 사료되나, 두 집단 모두 이벤트별로 전후 측과 오른발과 왼발 각의 차이가 8°정도 달린 것은 대부분 피험자들이 오른손잡이라서 보행패턴이 오른쪽으로 걷는 경향과 박자에 맞게 지면반력기를 밟기 위한 행동 때문에 부자연스러운 워킹이 원인이 되었다고 보고하였다. 또한, 비만아동이 정상아동에 비해 압력중심 이동변화가 크게 나타나, 비만아동이 보행 시 신속한 체중이동이 일어나지 못하여 원활한 보행동작이 이루어지지 않았다고 하였다. 본 연구에서도 과체중 집단에서 90° 영역의 오른발 후족 압력분포 값이 가장 높게 나타나 연구결과를 지지하고 있다.

한편, 연구대상은 상이하지만 집단 간 보행조건에 따른 관절의 각도와 무게 부하와 관련하여 유사한 맥락의 연구로 손호희(2011)는 평지보행과

비교하여 경사로 각도의 증가에 따라 그리고 계단 보행에서 노인과 퇴행성 관절염환자 그룹의 시상면상에서의 고관절 굴곡각도의 증가가 유의하게 나타났다. 특히 퇴행성 슬관절염 환자의 경우 고관절 굴곡 각도가 매우 크게 나타났다고 보고하였다. 또한, 초기입각기의 고관절 외전각도가 퇴행성 슬관절염 환자와 정상노인 그룹에서 유의한 차이가 나타나 퇴행성 슬관절염 환자에게서 각도의 차이가 크게 나타났다고 하였다. 결과적으로 경사로 각과 계단 보행에서의 무게 부하로 인해 고관절의 각도가 커지고 결국, 족저 압력분포 값을 증가시키는 것으로 판단되어 본 연구에서의 각도가 가장 큰 90° 영역에서 족저 압력분포 값이 높게 나타나 무게부하에 따른 보행패턴에 대한 이론적 근거를 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 보행 시 체중별 0° , 45° , 90° 의 압력비율

영역별로 족저 최고압력비율 값을 살펴보면, 첫째, 정상 집단 왼발전측에서는 각도가 증가 할수록 압력비율 값이 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 각도별 집단 간 차이는 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 과체중 집단에서는 $45^{\circ}(59.11 \pm 1.76\%)$ 와 $90^{\circ}(59.82 \pm 2.48\%)$ 의 방향전환에서 직선보행($54.68 \pm 2.61\%$)보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 비만 집단에서는 $45^{\circ}(62.71 \pm 3.59\%)$ 와 $90^{\circ}(61.92 \pm 1.32\%)$ 의 방향전환에서 직선보행($56.65 \pm 4.81\%$)보다 압력분포 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

둘째, 정상 집단 오른발전측에서는 $45^{\circ}(66.47 \pm 2.79\%)$ 와 $90^{\circ}(68.56 \pm 1.67\%)$ 의 방향전환에서 직선보행($62.18 \pm 2.23\%$)보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 과체중 집단에서는 $45^{\circ}(68.44 \pm 1.05\%)$ 의 방향전환이 직선보행($62.41 \pm 3.37\%$)보다 압력비율 값이 더

높게 나타났고 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 그러나 비만 집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

셋째, 과체중 집단 왼발후측에서는 직선보행($43.94 \pm 2.37\%$)이 45° ($40.28 \pm 1.62\%$)와 90° ($40.68 \pm 2.73\%$) 압력비율보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 비만 집단에서는 직선보행($43.34 \pm 4.81\%$)이 45° ($37.31 \pm 3.58\%$)와 90° ($38.17 \pm 1.23\%$) 압력비율보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 정상 집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

넷째, 정상 집단 오른발후측에서는 직선보행($37.66 \pm 2.26\%$)이 45° ($33.48 \pm 2.85\%$)와 90° ($31.43 \pm 1.67\%$) 압력비율보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 과체중 집단에서는 직선보행($36.20 \pm 2.55\%$)이 45° ($31.46 \pm 1.02\%$) 보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 비만 집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

보행 시 높은 수직 지면반력 부하율은 무릎통증(Radin et al., 1991)과 달리 기 시 정강이뼈의 피로골절과 관련이 있다(Milner et al., 2006). 따라서 본 연구에서 전족에서는 방향전환 각도가 클수록 직선보행보다 부하율이 크게 나타났고, 후측에서는 직선보행에서 압력비율이 크게 나타났다. 한진태 등(2008)은 방향전환 각도가 커질수록 각 영역별 최고 족저압력 값은 엄지발가락 영역과 전족부 내측에서는 증가하였고 전족부 중앙과 외측 그리고 후측부에서는 감소하여 방향전환을 위해 발가락 영역과 전족부 내측이 방향전환의 축으로 사용되면서 족저압이 증가되었고 보행의 추진력을 얻기 위해 지면을 세게 밀어내면서 압력이 증가된 것으로 보고하여 본 연구결과를 뒷받침해주고 있다. 구체적으로 살펴보면, 왼쪽 전족에서는 과체중과 비만집단에서 직선보행보다 각도가 클수록 비율이 높게 나왔다. 오른

쪽 후측에서는 정상과 과체중 집단에서 직선보행이 더 비율이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 방향전환 시 체중별에 따라서 무게중심의 쏠림 현상으로 인해 비율의 차이가 나타난 것으로 사료된다. 왼쪽 후측에서는 과체중과 비만 집단에서 직선보행이 비율이 더 높은 것으로 나타났다. 한편, 오른쪽 전측에서는 정상과 과체중 집단에서 직선보행보다 각도가 클수록 비율이 높게 나타났다. 결과적으로 각도가 클수록 압력비율 값은 전측과 후측의 상호작용을 통하여 높아지는 것으로 나타났다.



VI. 결 론

본 연구에서 신체 건강한 30대 남성을 대상으로 체중별과 방향전환 시 양발의 압력분포와 압력비율을 측정하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만그룹의 압력분포의 차는 왼발전족 90°에서 비만그룹이 과체중그룹보다 압력분포 값이 더 높게 나타났으며, 통계적으로는 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그리고 오른발전족 45°에서 비만그룹이 정상그룹보다 압력분포 값이 더 높게 나타났고, 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 왼발전족 0°, 45°와 오른발전족 0°, 90°에서는 체중별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 왼발후족, 오른발후족에서도 체중별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.
2. 보행 시 각도별 정상, 과체중, 비만그룹의 압력비율은 족저 영역별 왼발전족, 오른발전족, 왼발후족, 오른발후족에서 체중별 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > .05$).
3. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력분포의 차이는 오른발후족 과체중 집단에서 90°보행이 0°와 45°보행보다 압력분포 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 그러나 오른발후족 정상 집단과 비만 집단은 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 왼발전족, 오른발전족, 왼발후족에서는 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

4. 보행 시 체중별 0°, 45°, 90°의 압력비율

1) 왼발전족 정상집단에서 각도가 증가 할수록 압력분포 값이 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 각도별 집단 간 차이는 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 과체중집단에서는 45°와 90°의 방향전환에서 직선보행보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 비만 집단에서는 45°와 90°의 방향전환에서 직선보행보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

2) 오른발전족 정상 집단에서는 45°와 90°의 방향전환에서 직선보행보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 과체중 집단에서는 45°의 방향전환이 직선보행보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 그러나 비만 집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3) 왼발후족과 체중에서는 직선보행이 45°와 90° 압력비율보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 비만 집단에서는 직선보행이 45°와 90° 압력비율보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 정상 집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4) 오른발후족 정상 집단에서는 직선보행이 45°와 90°의 압력비율보다 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 과체중 집단에서는 직선보행이 45°보다 압력비율 값이 더 높게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 비만 집단에서는 각도별 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 권오복(2001). 팔자보행 형태의 운동학 및 운동역학적 분석. 한림대학교 대학원 석사학위논문, 7.
- 김경훈(2011). 족궁지지 구조물 삽입 신발에 따른 정상족과 편평족의 보행에 관한 연구. 경성대학교 대학원 석사학위논문, 48~49.
- 김동균(2005). 정상보행자와 팔자보행자의 순발력에 관한 연구. 공주대학교 대학원 석사학위논문, 5.
- 김명권(2012). 편평족 성인에서 트레이드오프 경사도와 속도변화에 따른 하지의 운동학적 특성 분석. 대구대학교 대학원 박사학위논문, 14.
- 김우섭(2008). 편마비 보행의 생체역학적 요인 비교. 한국체육대학교 대학원 박사학위논문, 10.
- 김의수(1995). 운동과 성인병. 서울: 태근문화사, 87~94
- 김재호(2006). 발의 운동 형태에 따른 평균 족저압 분포 연구. 경기대학교 대학원 석사학위논문, 4.
- 김정곤(2013). 성인남성에서 과체중과 비만에 영향을 미치는 요인. 조선대학교 보건대학원 석사학위논문, 4.
- 김진태(1999). 허리를 뒤로 젖힙시다. 서울: 건강다이제스트사, 176~177.
- 김태완(2006). 정상인과 비만인 보행속도 변화에 따른 하지관절 움직임의 생체 역학적 비교분석. 성균관대학교 대학원 박사학위논문, 23~27.
- 김혜림(2013). 발 유형과 운동화 종류가 보행의 운동역학에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문, 6.
- 김희수(2004). 보행 시 노인과 어린이의 상체 분절과 관절에 대한 운동학적 분석. 한국체육대학교 대학원 박사학위논문, 7.

- 남석현(2011). 보행 속도에 따른 하지 관절의 운동학적 및 운동역학적 변화. 대구대학교 대학원 석사학위논문, 9.
- 노윤희(2001). 여중생의 체지방율에 따른 보행시 하지동작의 운동학적 분석. 경성대학교 교육대학원 석사학위논문, 8.
- 대한비만학회(2008). 임상비만학. 서울: 고려의학, 55.
- 류지선(2008). 보행시 퇴행성 관절염 환자의 동적 안전성 분석. 한국운동역학회지, 18(1), 21~23.
- 박기란(2006). 후방밸런스형 신발 착용이 직립 자세 및 보행 역학에 미치는 영향. 인제대학교 교육대학원 석사학위논문, 8~9.
- 박승범, 이중숙(2007). 등산화의 종류와 보행동작에 따른 지면반력 및 족저 압력 분석. 한국운동역학회지, 17(4), 191~200.
- 배희영(2012). 짧은 운동 시간이 비만성인의 체중 및 체구성 요소에 미치는 영향. 고려대학교 대학원 석사학위논문, 12~14.
- 보건복지부(2011). 국민건강영양조사.
- 서옥현(2009). 비만인 보행의 역학적 특성. 한국체육대학교 대학원 박사학위논문, 1~4.
- 손호희(2011). 퇴행성 슬관절염 환자의 보행조건에 따른 생역학적 분석. 대구대학교 대학원 박사학위논문, 136~137.
- 송재원(2012). 족저근막염 환자와 정상인의 운동역학적 변인 비교 분석. 동의대학교 대학원 석사학위논문, 41~42.
- 양순규(2010). 유산소성 운동이 비만 성인남성의 혈중지질과 혈중 Leptin의 변화 및 심폐기능에 미치는 영향. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문, 7~9.
- 오연주(2008). 보행 시 하지 관절의 3차원 충격가속도 및 변위에 관한 연구. 동의대학교 대학원 박사학위논문, 6.

- 위웅량(2009). 정상아동과 비만아동의 무게부하 보행에 따른 생체역학적 비교분석. 용인대학교 대학원 석사학위논문, 47~50.
- 유인경(2008). 성인여성이 비만에 영향을 미치는 요인분석. 고려대학교 대학원 석사학위논문, 7.
- 윤양진, 김정태, 이중숙(1998). High Hurdle의 구간속도와 지면반력 분석. 한국체육학회지, 37(4), 456~472.
- 이옥진, 김미예(2003). 비만지침. 자세 안정성 한계. 한국스포츠심리학회지, 14(4), 149~158.
- 이윤영(2010). 성인여성의 체형인식과 비만 스트레스가 체중조절행동에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문, 8.
- 이태진(2007). 비만여대생의 비만유전자 조합 변이 유무에 따른 유산소운동이 혈중지질 및 건강관련 체력에 미치는 영향. 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 14.
- 장희진(2010). 과체중 및 비만 성인 대상 한방 요법을 병행한 보건소 영양교육의 효과. 전북대학교 교육대학원 석사학위논문, 5.
- 정남주, 윤희중(2001). 남자 비만 어린이 보행주기의 생체역학적 분석. 한국운동역학회지, 10(2), 179~193.
- 정현성(2009). 평지 보행속도에 따른 노인과 정상성인의 근활성도와 보행분석에 관한 연구. 대구대학교 대학원 박사학위논문, 1.
- 진소연(2007). 발 교정구(foot orthotics)를 착용한 걷기운동이 발, 자세, 압력분포, 균형 및 통증에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문, 5.
- 최란(2008). 초등학교 비만아동의 보행형태 및 지면반력 분석. 진주대학교 대학원 석사학위논문, 8.
- 한진태, 류태범, 이해정(2008). 정상 성인의 보행 중 방향전환에 따른 족저

압 분포의 분석. 운동과학, 17(4), 515~523.

- Hills, A. P., Henning, E. M., Byrne, N. M., & Steele, J. R. (2002). The biomechanics of adiposity structural and functional limitation of obesity and implications for movement. *Obesity Reviews*, 3, 35~43.
- McGraw, B., McClenaghan, B. A., Williams, H. G., Dickerson, J., & Ward, D. S. (2000). Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(4), 484~489.
- Messier, S. P., Gutekunst, D. J., Cavis, C., & DeVita, P. (2005). Weight loss reduces knee-joint loads in Overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 52(7), 2026~2032.
- Milner, C. E., Ferber, R., Pollard, C. D., Hamill, J., & Davis, I. S. (2006). Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runner. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(2), 323~328.
- Perry, J. P. (1992). *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*. SLACK.
- Radin, E. L., Yang, K. H., Riegger, C., Kish, V. L., & O'Connor, J. J. (1991). Relationship between lower limb dynamics and knee joint pain. *Journal of Orthopaedic Research*, 9(3), 398~405.
- Wearing, S. C., Henning, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R., & Hills, A. P. (2006). Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective. *Obesity Reviews*, 7(3), 239~250.

World Health Organization. Obesity and overweight: Fact sheet. No. 311. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> (Jul. 19, 2014).

