

## 일부 대학생들의 가방 휴대 방법과 무게에 따른 압력중심점 변화와 보행률 분석

김창용<sup>1</sup>, 정혜원<sup>1</sup>, 김형동<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 보건과학과 재활과학전공, <sup>2</sup>고려대학교 보건과학대학 물리치료학과

### Changes of Center of Pressure and Cadence Analysis According to the Carrying Type and Weight of a Bag in College Students

Chang-Yong Kim<sup>1</sup>, Hye-won Jeong<sup>1</sup>, Hyeong-Dong Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Rehabilitation Science, Department of Health Science, Korea University

<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Health Science, Korea University

**요약** 본 연구의 목적은 세 가지 가방 휴대 방법에 따라 세 가지 가방의 무게를 달리하여 보행하는 동안 신체의 압력중심점의 변위와 보행률의 변화를 분석하고자 2013년 6월 3일부터 2014년 1월 20일까지 시행하였다. 38명의 건강한 성인(평균 연령: 26.10±5.32세, 연령 범위: 22-30세)이 본 연구에 참여하였다. 첫 번째 조건은 한쪽 어깨에 가방을 메고 보행하였고, 두 번째 조건은 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸었으며, 세 번째 조건은 양쪽 어깨에 가방을 메고 걸었다. 보행의 운동 형상학적 변수와 보행 시 압력중심점의 변위를 측정하기 위하여 3차원 동작분석기와 지면 반력기를 사용하였다. 각 세 가지 조건에 모든 대상자가 참가하였고, 모든 대상자는 각각 세 가지 조건에서 3kg, 5kg, 7kg의 무게를 지닌 가방을 휴대하여 6m를 걸었다. 본 연구 결과, 양쪽 어깨로 가방을 메고 걸을 때 3kg, 5kg, 7kg의 가방의 무게에 따라 전-후 및 내측-외측 방향의 압력중심점과 보행률 변수에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 따라서 양쪽 어깨에 가방을 메고 걷는 것이 다른 조건보다 더 효율적으로 보행할 수 있을 것으로 사료된다.

**Abstract** This study examined the changes in the center of pressure (COP) and cadence according to three types of bags carried and three different bag weights. The experimental period was from June 3, 2013 to January 20, 2014, and thirty eight healthy adults (mean age: 26.10±5.32 years, age range: 22-30 years) volunteered under three conditions. In the first condition, the subjects wore a bag over one shoulder and they walked. In the second condition, they carried a bag across the shoulder and walked. With the third condition, they carried a backpack using both shoulders and walked. 3-Dimensional motion analysis system and a force plate were used to measure the kinematic parameters of gait and COP displacement during gait. Each subject walked 6 meters carrying a 3kg, 5kg and 7kg bag under all three conditions. The COP of the antero-posterior and medio-lateral, and cadence variable were significantly different according to the bag weight of 3kg, 5kg and 7kg. These findings suggest that walking while carrying a backpack using both shoulders is more effective on the changes in COP and gait of adults than the other conditions.

**Key Words** : Adults, Bag, Center of pressure, Gait

\*Corresponding Author : Hyeong-Dong Kim (Korea Univ.)

Tel: +82-2-940-2835 email: hdkimx0286@yahoo.com

Received October 23, 2014

Revised (1st November 20, 2014, 2nd November 22, 2014)

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

## 1. 서론

### 1.1 연구의 필요성 및 목적

보행은 인체의 이동을 위한 가장 기본적인 방법이고 [1], 근골격계와 신경계 등이 총괄적으로 사용되는 과정으로 신체의 균형 및 고도의 협응력이 필요한 반복적이고 연속적인 동작이다[2]. 따라서 바른 보행동작은 신체의 올바른 균형 유지 및 정렬과 같은 건강증진으로 연결되지만 바르지 못한 보행동작은 좌, 우 신체 불균형을 초래하여 근육과 관절에 비효율적인 전력을 사용함으로써 피로를 가하거나 뇌를 비롯한 척추에 전달되어 자세 변형이나 장애를 일으키는 직접적인 원인이 된다[3,4].

일반적으로 우리는 학교에 진학하고 점차 성장하여 사회에 진출하면서 어렸을 때와는 달리 다양한 종류의 가방을 휴대하고 다닌다. 특히 현대사회에서 사용되는 가방은 백팩, 크로스백, 카메라 가방, 캐리어, 노트북 가방, 클러치 백 등 모양도 다양하고 메는 방법도 각기 다르며 단순히 물건을 담고 옮기는 역할도 하지만 개인의 패션 성향에 따라 여러 유형으로 사용된다. 이처럼 가방 휴대는 일상생활에서 가장 흔한 일이며[5], 일상생활에서 우리는 생활에 필요한 물건들을 효율적으로 운반하기 위해 등에 메는 가방, 앞뒤로 멜 수 있는 가방, 한쪽 어깨에 메는 가방 등 다양한 방법으로 가방을 사용한다[6].

일반적으로 가방을 메고 보행을 할 경우 인체에 가방의 무게에 의한 신체적 스트레스가 가해지고, 생리적 또는 역학적으로 영향을 받아 동적 균형과 자세에 변화가 나타난다[7]. 즉, 성인의 정상적인 보행에서는 압력중심점이 전후, 좌우 진행 방향을 따라 규칙적, 대칭적으로 부드럽게 진행하고, 사지의 움직임이 조화롭게 이루어지지만[7-9], 가방을 착용함과 동시에 가방의 종류나 불량한 휴대 방법, 지나친 무게로 인해 허리와 어깨, 하지에 골고루 무게를 분산시키지 못할 경우[7,10] 신경 열기(plexus)나 말초신경손상 같은 신경계통, 어깨와 팔 근육군의 손상, 척추 변형, 요통 및 머리전방자세, 족저의 피로감 등과 같은 근·골격계통에 문제가 발생할 수 있다[7].

특히, 압력중심선의 위치가 변하면서 인체는 압력중심선을 기저면 중앙으로 가져와 평형을 유지하고, 전방으로의 진행을 위해 중심선을 더욱더 앞으로 가져오기 위해 인체분절이 비정상적인 자세로 재정렬되는 등 균형 유지와 보행 에너지 소모를 절약하기 위한 인체의 적응 기전이 나타나게 된다[7,11,12]. 압력중심점(center of pressure; COP)이란 수직력에 의한 모멘트의 힘이 0이

되는 곳인데, 수직 반발력 벡터의 한 점으로서 지면과 접촉하고 있는 모든 압력점의 무게 평균을 의미하고, 작용점(point of application)의 위치와 동일하다.

이와 같이 위에서 언급한 선행연구에서 가방 휴대가 올바르지 못한 보행 패턴을 발생시켜 요통, 어깨 통증, 경부통이나 척추 측만증, 후만증 및 전만증과 같은 척추 변형 발생률이 증가하는 등 다양한 근골격 계통에 문제를 야기한다고 보고하고 있으며[13], 올바른 가방 휴대 방법을 제시하고자 많은 연구가 진행되고 있으나, 동시에 가방의 휴대 방법과 무게에 따라 보행패턴을 3차원 동작분석기로 객관적이면서 정량적으로 분석하여 보행의 변화를 구체적으로 제시하거나 특히, 3차원 동작분석기와 동기화하여 보행하는 동안 인체의 압력중심점(Center of pressure)의 변위(displacement)를 지면 반력기를 이용 및 측정함으로써 족저압의 변화와 보행 분석을 조사하고자 하는 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 6대의 적외선 카메라가 부착되어 있는 3차원 동작분석기와 지면 반력기를 동기화하여 이용함으로써 가방 휴대 방법을 각기 달리하여 무게 변화에 따른 보행 시 운동 형상학적(kinematic) 보행 변수와 인체의 압력중심점(Center of pressure)의 변위(displacement)를 정량적으로 분석하고 올바른 보행을 위한 적절한 가방 무게에 대한 생체 역학적(bio-mechanic) 기초자료를 제시하고자 한다.

### 1.2 연구 문제 및 가설

이 연구는 구체적으로 다음의 문제를 해결하고자 아래의 연구 가설을 설정하였다.

- 연구 가설 1. 각기 다른 무게에 따른 가방의 휴대 방법에 따라 신체 균형 유지에 영향을 주는 요인 중 하나인 압력중심점의 변위(displacement)에 영향을 미칠 것이다.
- 연구 가설 2. 각기 다른 무게에 따른 가방의 휴대 방법에 따라 보행의 운동 형상학적(kinematic) 보행 변수에 영향을 미칠 것이다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구의 대상은 서울 소재의 4년제 대학에 다니는

대학생들 중에서 다양한 휴대 방법으로 가방을 메고 다니는 참여자를 표본으로 선정하였다. 표본 크기는 이전의 연구되어온 수집된 자료를 근거로 추정되었고[14,15], General power analysis 프로그램(GPower 3.1)[16]을 이용하여 0.90 통계학적 검증력(statistical power)을 얻기 위해 최소 33명의 표본 크기(sample size)가 산출되었다. 위의 표본 크기 계산은 신뢰도 계수를 0.85으로 가정하고, 세 가지 조건 사이의 반복 측정된 평균값을 비교하는 반복측정 분산분석(One-Way Repeated Measure ANOVA)에 기초하였다. 실험 기간은 2013년 6월 3일부터 2014년 1월 20일까지이며, 최초 45명의 대상자가 참여하였으나, 개인적인 사정 등의 이유로 실험에 규칙적으로 참여하지 못한 7명이 제외되어 최종 분석에는 본 실험의 목적과 방법의 설명을 듣고 실험 참여에 동의한 건강한 성인 남녀 38명(남 20명/여 18명)의 자료만이 사용되었으며, 실험과정은 생명윤리심의위원회의 심의를 거친 후 실시되었다. 대상자의 선정기준은 1) 상지와 하지에 보행에 영향을 주는 정형외과적 또는 신경외과적 손상과 같은 근·골격계 질환이 없는 자, 2) 척추에 병변이나 수술 과거력이 없는 자, 3) 파행 보행과 같은 외형상 걸음걸이의 이상이 없는 자, 4) 다리나 발의 구조적인 이상이 없는 자, 5) 발에 티눈이나 압박종이 없는 자, 6) 복시나 시야 결손과 전정기관 이상이 없는 자, 7) 사지에 선척적 기형이 없는 자 [3]로 선정하였다. 대상자들의 일반적 특성은 다음과 같다[Table 1].

[Table 1] General Characteristics of subjects (N=38)

Characteristics	Subjects
Gender (Male/Female)	20/18
Age (years)	26.10±5.32
Height (cm)	166.45±4.35
Weight (kg)	67.29±8.91

## 2.2 실험도구

한쪽 어깨에 가방을 메는 조건과 한쪽으로 가로질러 가방을 메는 조건에는 가방 1[Fig. 1-A]을 사용하였고, 양쪽 어깨에 가방을 메는 조건에는 가방 2[Fig. 1-B]를 사용하였다. 각 가방의 외형은 가방 1의 경우 가로 28cm, 세로 16cm, 높이 25cm 의 사각형 모양이었고, 가방 2는 가로 33cm, 세로 41cm, 높이 0.1cm이었다. 또한 1kg과 2kg의 모래주머니[Fig. 1-C]를 조합하여 가방에 넣어 무게를 조절하였으며, 실험에 사용된 도구는 다음과 같다[Fig. 1].



[Fig. 1] Bags and sand bag

## 2.3 측정장비

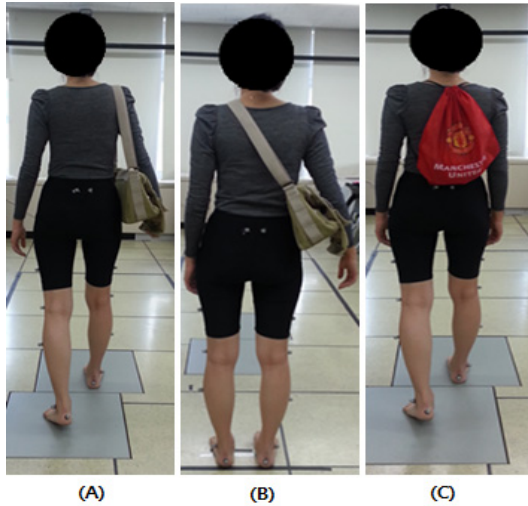
가방의 형태와 무게에 따른 대상자들의 운동 형상학적(kinematic) 보행 변수에 대한 영상자료를 습득하기 위하여 6대의 적외선 카메라(T10, Oxford Metrics, Oxford, UK)를 대상자의 전방 및 상부에 3개, 후방 및 상부에 3개를 설치한 후 보행 패턴을 촬영하였고, 촬영된 영상자료는 3차원 동작분석기(Vicon, Oxford Metrics Ltd, Oxford, UK)를 이용하여 분석하였다. 표본 추출 주파수(sampling frequency)는 100Hz로 수집하였으며, 대상자 하지의 각 관절 주요 표지에 직경 14mm의 16개 반사 마커를 부착하여 보행에 대한 운동 형상학적(kinematic) 자료를 수집하였다.

또한 보행하는 동안 대상자의 압력중심점(Center of pressure) 변위(displacement)를 측정하기 위해 2대의 지면 반력기(AMTI, Watertown, MA, USA)를 사용하였으며, 표본 추출 주파수(sampling frequency)는 1000Hz로 수집하였다.

## 2.4 측정방법

가방의 형태에 따라 보행에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 한쪽 어깨에 메고 걸을 때(A형, Fig. 2-A), 한쪽으로 가로질러 메고 걸을 때(B형, Fig. 2-B), 양쪽 어깨에 메고 걸을 때(C형, Fig. 2-C)로 나누어 가방의 유형에 따라 각각 3kg, 5kg, 7kg으로 무게를 주어 측

정하였다. 또한 가방을 휴대하는 세 가지 조건 모두 가방 끈의 길이는 가방 가장 밑 부분이 대상자 허리의 장골 능선(ilic crest) 높이까지 오도록 하였다[10,11].



[Fig. 2] Three different carrying types of bag

측정은 대상자에게 실험 방법에 대해 충분히 설명을 하고 실시하였다. 대상자는 신발 착용으로 인한 보행 변수 오차를 최대한 줄이기 위해 맨발인 상태로 각각의 조건에 따라 지면 반력기가 설치된 6m의 직선 보행로(walk-way)를 평소에 걷는 속도와 동일하게 하였고, 가방의 무게에 익숙한 보행을 이끌어 내기 위해 측정 전에 3분 정도를 가볍게 걷도록 하였으며, 시선은 전방을 향하도록 하였다. 가방을 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 착용 시에는 대상자 기준으로 오른쪽으로 동일하게 향하도록 하였다. 또한, 대상자의 피로감을 줄이기 위해 가방의 무게와 휴대 방법에 따른 측정마다 5분간의 휴식 시간을 주었다. 본 연구의 자료 분석을 위해 각 조건과 무게에 따라 각각 3회 측정을 하였고, 보행 분석구간은 보행로 전 구간을, 압력중심점 분석 구간은 두 개의 지면 반력기(Force plate) 중 첫 번째 지면 반력기에 닿는 발의 뒤꿈치 지지기(heel contact)부터 두 번째 지면 반력기에 닿는 발의 앞꿈치 떼기(toe off) 까지로 설정하였다. 본 실험에서 각 조건에 따라 대상자 1명 당 총 9번의 보행을 3번씩 총 27번 실시하였고, 각각의 조건에 따른 압력중심점(Center of Pressure)과 보행 변수에 관한 자료의 분석은 Nexus software(Oxford Metrics Ltd., Oxford, UK)를 사용하였고, 출력 도구로써 Polygon 3.1(Oxford Metrics

Ltd., Oxford, UK)을 사용하였다.

## 2.5 자료분석 방법

평가 검사 시 각 표 항목별 내용을 윈도우용 SPSS 12.0을 이용하여 통계처리 하였다. 측정값은 평균과 표준편차로 표시되었다. 본 연구에 수집된 표본들이 Kolmogorov-Smirnov검정을 이용한 정규성 검정(Kolmogorov-Smirnov test)에서 정규 분포 곡선을 띠고 있으므로, 모수 검정법을 사용하였다. 실험에서 측정된 조건별 3회의 보행 동작 시 두 개의 지면 반력기에서 측정된 각각의 압력중심점(Center of Pressure) 변위(displacement)의 전후(antero-posterior), 좌우(medio-lateral) 방향의 평균값을 분석하였고, 각 방향에서의 변위 값은 분석구간 내에서의 최대값에서 최소값을 뺀 값으로 산출하였다. 같은 무게에서 각 조건에 따른 압력중심점의 변위 및 운동 형상학적(kinematic) 보행 변수인 보행률(cadence)의 차이를 알아보기 위하여 반복측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후검정은 분페로니(Bonferroni) 검정을 사용하였다. 가설 수락을 위한 유의수준은 .05로 설정하였다.

## 3. 연구결과

위에서 설정된 실험 방법을 토대로 진행한 실험 결과와 그에 따른 자료 분석 결과는 다음과 같다[Table 2].

### 3.1 가방 무게에 따른 가방 휴대 방법별 압력중심점 변위 변화의 차이

반복 측정된 일요인 분산분석을 통해 각 가방 무게에 따른 가방 휴대 방법별 압력중심점의 전-후 및 좌-우 변위 변화 차이를 알아본 결과 통계학적으로 유의하게 가장 낮게 나타났다( $p < .01$ ). 사후분석 결과 양쪽 어깨에 가방을 메고 걸을 때의 전-후 및 좌-우 압력중심점 변위 변화가 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸을 때보다 모든 가방 무게에서 유의하게 가장 낮았고, 한쪽 어깨에 가방을 메고 걸을 때와 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸었을 때의 전-후 및 좌-우 압력중심점 변위 변화는 서로 유의한 차이가 없었다. 또한 전-후( $F=1.02, p > .05$ ) 및 좌-우( $F=1.06, p > .05$ ) 압력중심점 변위 변화에서 가방 무게와 휴대 방법 사이에 교호작용(interaction effect)은 나타나지 않았다[Table 2].

[Table 2] Comparison of the displacement of center of pressure (COP) in anterior-posterior and medial-lateral direction and kinematic gait parameter according to the carrying type and weight of bag (N=38)

Measure variables	Bag weight	Carrying type of bag			p-Value
		A type	B type	C type	
Anterior-posterior COP displacement (cm)	3kg	30.56±5.41	28.10±7.17	21.09±4.92 <sup>ab</sup>	.001
	5kg	31.63±8.66	29.40±7.90	21.73±4.59 <sup>ab</sup>	.003
	7kg	32.09±7.52	30.19±6.12	22.93±5.46 <sup>ab</sup>	.006
Medial-lateral COP displacement (cm)	3kg	6.58±1.24	6.00±1.72	3.42±0.42 <sup>ab</sup>	.0002
	5kg	7.78±1.64	6.65±0.92	3.74±0.32 <sup>ab</sup>	.0001
	7kg	8.12±0.95	7.32±1.21	3.99±0.83 <sup>ab</sup>	.0001
Cadence (step/min)	3kg	105.98±6.19	108.19±5.31 <sup>a</sup>	112.92±4.17 <sup>ab</sup>	.0002
	5kg	106.52±5.71	108.66±6.43 <sup>a</sup>	111.87±3.81 <sup>ab</sup>	.0001
	7kg	106.90±6.17	107.42±5.12 <sup>a</sup>	110.62±4.53 <sup>ab</sup>	.0001

<sup>a</sup>: significantly different compared to the bag over one shoulder.  
<sup>b</sup>: significantly different compared to the bag across the shoulder.

### 3.2 가방 무게에 따른 가방 휴대 방법별 보행률 변화의 차이

반복 측정된 일요인 분산분석을 통해 각 가방 무게에 따른 가방 휴대 방법별 보행률의 변화 차이를 알아본 결과 통계학적으로 유의하게 가장 높게 나타났다(p<.01). 사후분석 결과 양쪽 어깨에 가방을 메고 걸을 때의 보행률 변화가 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸을 때보다 모든 가방 무게에서 유의하게 가장 높았고, 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸었을 때의 보행률 변화가 한쪽 어깨에 가방을 메고 걸을 때보다 모든 가방 무게에서 유의하게 높게 나타났다. 또한 보행률 변화에서 (F=0.92, p>.05) 가방 무게와 휴대 방법 사이에 교호작용(interaction effect)은 나타나지 않았다[Table 2].

## 4. 고찰

오늘날 우리는 일상생활을 하면서 필요한 물건들을 가지고 다녀야 하는 경우가 많이 있으며, 위의 경우 가장 필요한 것이 가방이다. 이와 같이 가방은 우리가 매일 사용하고 있는 중요한 도구이다. 하지만 장시간 동안 또는 습관적으로 무거운 가방을 메거나 가방의 무게와 형태, 휴대 방식 및 위치가 올바르지 않을 경우 신체에 비정상적인 스트레스가 가해져 척추 측만증이나 근육통과 같은 근골격계 문제가 발생할 수 있고[8], 생리적 또는 역학적인 영향을 받아 동적 균형과 자세 정렬에 부정적인 변화를 초래하여[8,16,17] 고도의 협응 능력이 필요한 보행 시

비효율적인 전략을 선택하게 된다.

따라서 본 연구에서는 서로 다른 세 가지 가방 휴대 방법에 따라 3kg, 5kg, 7kg으로 가방의 무게에 변화를 주고 보행 시 운동 형상학적(kinematic) 보행 변수와 인체의 압력중심점(Center of pressure)의 변위(displacement) 변화를 측정하여 우리가 휴대하는 가방 방법에 따라 신체에 미치는 영향이 무엇인지 생체 역학적으로 살펴보고자 하였다. 본 연구결과 가방 휴대 방법 중 양쪽 어깨에 가방을 메고 걸을 때 모든 가방 무게에서 전-후 및 좌-우 압력중심점 변위 변화가 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸을 때보다 통계학적으로 유의하게 낮게 나타났고, 보행률 변화에서는 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 가방을 등 뒤로 양쪽 어깨에 메는 방법이 전-후 및 좌-우 압력중심점 변위 변화를 통해 신체 불균형에 가장 적은 영향을 미치고, 보행률을 통해 보행 시 효율적인 방법으로 보행 전략이 나타남을 알 수 있다. 이는 Hong과 Li[5]의 연구에서 학령기 아동들에게 가방의 휴대 방법과 무게를 각각 다르게 설정하여 계단 오르내리기를 하는 동안 보행 주기와 지면 반발력(ground reaction force) 측정한 결과 양쪽 어깨에 가방을 메고 걸었을 때 전-후 압력중심점의 변위가 감소되었고, 보행 속도가 유의하게 향상되었으며 이는 본 연구 결과와 일치하였다. 또한 Knapik 등[18]의 따르며 가방을 양쪽 어깨에 메고 걸을 때 가장 적은 신체 에너지를 소비함과 동시에 보행 시 체중 이동(weight shifting)이 더욱 수월하다고 보고하였으며, 이는 본 연구 결과를 지지하고 있다.

압력중심점에서 수평면의 작용점은 수직력의 힘 벡터

가 시작되는 압력 분포판 위의 한 지점이다. 그러나 발바닥이 지면과 접촉할 때 힘이 발바닥 전체에 작용하기 때문에 한 지점이라고는 할 수 없으므로 압력 중심이라고 부른다. 매 걸지 순간마다의 압력 중심을 구하여 이것을 연결한 것이 바로 압력 중심의 이동 경로이다[19, 20]. 본 연구에서 집중적으로 다룬 압력중심점 중에서 압력 중심의 전-후, 좌-우 이동에 대한 특징은 균형 능력을 해석하는 중요한 변수로써, 압력중심점 분포의 변화를 반영하여 역학적으로 중요한 의미를 갖는다[20-23]. 이는 보행 중에 힘의 궤적이 어느 방향으로 진전 하느냐에 따라 정상 보행과 이상 보행으로 구분할 수 있기 때문이다[24].

압력중심점의 전-후를 비교한 결과, 한쪽 어깨에 메고 걸을 때와 한쪽으로 가로질러 메고 걸을 때는 서로 유의한 차이가 없었지만 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸을 때와 각각 양쪽 어깨에 메고 걸을 때를 비교해보면 양쪽 어깨에 메고 걸을 때에 압력중심점이 줄어든 것을 볼 수 있다. 이는 압력중심점의 내, 외측을 비교했을 때도 같은 결과가 나타났다. 또한 가방을 한쪽 어깨에 메고 보행 할 경우 일측성 부하로 인해 무게중심이 몸의 중앙선을 벗어나는 것을 보상하기 위해 무게가 실린 반대쪽으로는 체간 측굴이 일어나 고관절 외전토크를 증가한다고 보고하였다[8]. 이는 본 연구결과와 유사한 것으로 무게중심이 한쪽으로 기울어진 것을 보상하기 위해 반대쪽으로는 수동적인 무게중심 이동이 일어나 가방을 양쪽 어깨에 메고 걸을 때보다 높은 압력중심점이 나타난 것으로 생각되며 높은 체동력을 통해 신체 균형을 잡고 입각기 동안 안정성을 확보하기 위해 이루어진 결과로 보인다.

가방 무게에 따른 가방 휴대 방법별 보행률의 변화에서는 양쪽 어깨에 가방을 메고 걸을 때의 보행률 변화가 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸을 때보다 모든 가방 무게에서 유의하게 보행률이 빨라지는 것을 볼 수 있는데 이는 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸을 때보다 신체 균형이 좋다는 것을 뜻한다. 보행체계에서 최대의 작용을 하는 필수적인 요소를 균형조절이라고 하였으며, 최상의 보행 전략을 이루기 위해서는 효율적인 균형패턴과 자세조절이 필요하다고 하였다[23,25]. 이전 연구들을 통해 보행능력이 균형감각과 높은 상관관계가 있다는 것을 발견하였고, 다른 여러 연구에서도 기립균형 능력이 보행능력과 유의한 상관관계가 있다고 보고하였다[25]. 따라서 몸의 균형이 좋아질

수록 몸에 안정감을 주어 보행을 효율적으로 하고 보행 속도가 향상됨을 알 수 있다.

따라서 본 연구 결과를 통해 이러한 운동 형상학적(kinematic) 보행 변수와 인체의 압력중심점(Center of pressure)의 변위(displacement)를 정량적으로 분석함으로써 가방의 휴대 방법과 무게에 따라 인체의 족저압과 신체 균형 유지에 영향을 끼친다는 사실을 확인할 수 있었고, 양쪽 어깨에 가방을 메고 걷는 것이 더 효율적으로 보행할 수 있음을 비교, 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 있음이 증명되었으며, 지지되었다.

본 연구는 학문적으로나 실제적으로 보행관련 연구자나 가방을 이용하는 일반인들에게 유의미한 정보를 제공할 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고, 본 연구는 몇 가지 제한점을 지니고 있으므로 이와 관련된 후속 연구에 대한 방향을 제시하고자 한다. 첫째, 대상자의 평상시 가방의 휴대 방법에 대해 고려하지 못하고 대상자를 임의 추출하여 평소 가방 휴대 방법에 따른 신체적 변화에 대해 통제하지 못했다. 둘째, 연구 대상자들의 제한점과 연구 일반화의 제한점이다. 일상생활에서는 다양한 연령층의 사람들이 가방을 사용하는 만큼, 본 연구의 결과를 가방을 사용하는 정상인들에게 일반화시켜 적용하는 것에 제한이 따른다. 따라서 다양한 연령대의 많은 대상자를 대상으로 장기간의 추적 관찰을 시행한 연구들이 지속적으로 이어져야 할 것이다. 셋째, 3차원 동작분석기는 대상자의 신체에 마커를 부착하고 감지카메라로 발광 다이오드 마커를 인식하여 인체 동작을 분석하는 기계이기 때문에 마커가 어떤 물체에 의해 가려지게 되면 카메라가 마커를 인식하지 못하여 데이터를 분석할 수 없게 된다. 마커를 붙이는 부착점 중 전상장골극(Anterior superior iliac spine)와 후상장골극(Posterior superior iliac spine)이 있는데 이곳이 각각 본 연구에 실험도구로 사용되는 가방들에 가려지는 부위로 보통 우리가 휴대하고 다니는 가방들보다 크기가 작은 것을 사용할 수밖에 없다는 제한점이 있었다.

따라서 향후 연구에서는 위에서 언급한 제한점을 보완하여 다양한 집단을 대상으로 체간 및 하지 근육의 움직임 분석 할 수 있는 근전도 등을 이용한 근 활성에 대한 연구와 경사로에서의 보행을 통한 족저압 연구, 보행 특성에 맞는 하지 관절 모멘트 패턴 연구와 같은 과학적인 근거 자료를 확보하기 위한 종합적인 연구가 필요할 것이다.



## 5. 결론

본 연구는 건강한 성인 남자 20명, 여자 18명을 대상으로 가방 휴대 방식과 무게에 따라 인체의 압력중심점과 보행 패턴에 미치는 영향을 알아보고 올바른 가방 휴대 방법에 대해 생체 역학적 기초 자료로써 제시하기 위해 3차원 동작분석기와 지면 반력기를 이용하여 정량적인 압력중심점 변이 측정 및 운동 역학적 보행 변수를 산출하였다. 이를 바탕으로 어떠한 가방 휴대 방식이 비교적 인체에 긍정적인 영향을 미치는지에 대해 과학적인 근거를 제시하고자 하였다. 분석 결과를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 지면 반력기를 통하여 압력중심점을 측정한 결과 전-후 및 좌-우 방향과 3kg, 5kg, 7kg의 모든 가방 무게에서 양쪽 어깨로 가방을 메고 걸을 때가 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸을 때보다 통계학적으로 유의하게 감소했다( $p < .01$ ).

둘째, 운동 역학적 보행 요소 분석을 통하여 보행률을 산출한 결과 3kg, 5kg, 7kg의 모든 가방 무게에서 양쪽 어깨로 가방을 메고 걸을 때가 한쪽 어깨 및 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸을 때보다 통계학적으로 유의하게 증가했다( $p < .01$ ).

따라서 종합적으로 살펴보면 압력중심점을 측정한 결과, 무게에 상관없이 양쪽 어깨로 가방을 매는 경우가 압력중심점 변이 변화가 가장 적으므로 가장 신체 균형변화가 적다는 결과가 나왔으며, 이를 통하여 보행률 결과를 해석하면 균형 변화가 적을수록 보행률이 빨라진다고 사료된다.

## References

[1] G. Pagnacco, F. R. Carrick, C. H. Wright, E. Oggero, "Between-subjects differences of within-subject variability in repeated balance measures: Consequences on the minimum detectable change", *Gait Posture*, pii: S0966-6362(14)00715-2, 2014.

[2] S. L. Chiu, C. C. Chang, L. S. Chou, "Inter-joint coordination of overground versus treadmill walking in young adults", *Gait Posture*, pii: S0966-6362(14)00714-0, 2014.

[3] D. Solomonow-Avnon, A. Wolf, A. Herman, N. Rozen, A. Haim, "Reduction of frontal-plane hip joint reaction force via medio-lateral foot center of pressure manipulation:

A pilot study", *Orthop Res*, doi: 10.1002/jor.22744, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jor.22744>

[4] B. M. Nigg, "Biomechanics of Running Shoe Champaign", *IL: Human Kinetics*: 1986.

[5] Y. Hong, J. X. Li, "Influence of load and carrying methods on gait phase and ground reactions in children's stair walking", *Gait Posture*, Vol.22, No.1, pp.63-68, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.07.001>

[6] J. S. Ahn, "The effects of asymmetric load of shoulder bag on trunk and pelvis movement patterns of normal adult during gait", *The Graduate School of Health and Environment Yonsei University*, Master's thesis, 2006.

[7] S. J. Park, "The Analysis the Changes of Foot Pressure by Various Carrying a Pack Methods during Walking", *The Graduate School of Health and Science Daegu University*, Master's thesis, 2008.

[8] T. Matsuo, M. Hashimoto, M. Koyanagi, K. Hashizume, "Asymmetric load-carrying in young and elderly women: Relationship with lower limb coordination", *Gait & Posture*, Vol.28, No.3, pp. 517-520, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.02.001>

[9] M. M. Samson, A. Crowe, S. A. Duursma, J. A. Dessens, H. J. Verhaar, "Spatial-temporal analysis of mobility over the adult age range using the Postural-Locomotor-Manual Test", *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, Vol.53, No.3, pp. 242-247, 1998. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/53A.3.M242>

[10] B. R. Macias, G. Murthy, H. Chambers, A. R. Hargens, "Asymmetric loads and pain associated with backpack carrying by children", *J Pediatr Othop*, Vol. 28, No.5, pp. 512-517, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/BPO.0b013e31817d8143>

[11] D. P. Woo, "An Analysis of Gait Characteristics and Physiological Loads on Carrying tasks", *Graduate School of Donga University*, Doctor's thesis, 2001.

[12] T. J. Lee, "The comparative analysis of the Foot Pressure by various Carrying a Pack Methods during Walking", *Graduate School of Kyungsung University*, mater's thesis, 2010.

[13] E. J. Lee, Y. S. Kang, K. H. Kim, "The investigation of spinal deformity in Korean elementary school students", *The Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, Vol.28, No.1, pp.83-87, 2004.

[14] C. K. Kim, B. H. Lee, "Gait Analysis According to the changes of the carrying type and weight of bag", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.14, No.1, pp.199-205, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.1.199>

[15] E. H. Kim, B. R. Park, H. S. Shin, S. Y. Na, G. H. Jo,

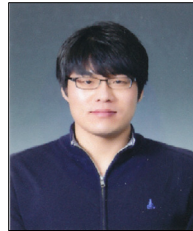
- B. K. Yu, "The complex exercise program of four weeks and weight of adults carry bag according to its effect on gait patterns", Journal of the Korean Society of Sports Physical Therapy, Vol.7, No.1, pp.1-7, 2014.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/8756-3282\(86\)90144-4](http://dx.doi.org/10.1016/8756-3282(86)90144-4)
- [16] F. Faul, E. Erdfelder, A. G. Lang, A. Buchner, "G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences", Behav Res Methods, Vol.39, No.2, pp.175-191, 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3758/BF03193146>
- [17] C. H. Oh, S. N. Choi, "Effects of the Length of Schoolbag String on Gait Posture", Journal of Sport and Leisure Studies, Vol. 30, pp. 619-629, 2007.
- [18] J. Knapik, E. Harman, K. Reynolds, "Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects", Appl Ergon, Vol.27, No.3, pp.207-216, 1996.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870\(96\)00013-0](http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870(96)00013-0)
- [19] Y. J. Kim, J. G. Ji, J. T. Kim, J. H. Hong, J. S. Lee, H. S. Lee, S. B. Park, "A comparison study for mask plantar pressure measures to the difference of shoes in 20 female", Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol.14, No.3, pp.83-98, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2004.14.3.083>
- [20] J. W. Park, K. S. Nam, M. Y. Back, "The Relationship Between the Plantar Center of Pressure Displacement and Dynamic Balance Measures in Hemiplegic Gait", Journal of Physical Therapy Korea, Vol.12, No.1, pp.11-21, 2005.
- [21] N. J. Back, M. S. Lim, "The Path of Center of Pressure(COP) of the Foot during Walking", Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine, Vol.21, No.4, pp.762-771, 1997.
- [22] K. Kiriya, T. Warabi, M. Kato, T. Yoshida, N. Kobayashi, "Progression of human body sway during successive walking studied by recording sole-floor reaction forces", Neuroscience Letters, Vol.359, pp.130-132, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2004.02.008>
- [23] M. de Haart, A. C. Geurts, S. C. Huidekoper, L. Fasotti, J. van Limbeek, "Recovery of standing balance in post acute stroke patient: A rehabilitation cohort study", Arch Phys Med Rehabil, Vol.85, No.6, pp.886-895, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2003.05.012>
- [24] S. H. Park, Y. H. Kim, S. J. Park, "Evaluation method in gait analysis", Journal of Korean Society for Emotion and Sensibility, Vol.6, No.4, pp.25-32, 2003.
- [25] T. Muehlbauer, C. Besemer, A. Wehrle, A. Gollhofer, U. Granacher, "Relationship between strength, power and balance performance in seniors.", Gerontology, Vol.56,

No.6, pp.504-512, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000341614>

### 김 창 용(Chang-Yong Kim)

[정회원]



- 2012년 2월 : 대전대학교 일반대학원 물리치료학과 (물리치료학 석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 재활과학전공 박사연구원

<관심분야>

운동 및 생체역학, 신경계 물리치료학

### 정 혜 원(Hye-Won Jeong)

[준회원]



- 2013년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 재활과학전공 석사연구원

<관심분야>

보건통계학, 노인학

### 김 형 동(Hyeong-Dong Kim)

[정회원]



- 2000년 5월 : 미국 플로리다 대학교 물리치료학과(물리치료학 석사)
- 2002년 12월 : 미국 플로리다 대학교 물리치료학과(재활과학 박사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

운동 및 생체역학, 노인학