

## 가방 휴대 방법이 보행 시 발바닥 접촉 양상에 미치는 영향

박수진<sup>1</sup> · 권유정<sup>1</sup> · 김민희<sup>1</sup> · 김진상<sup>2</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 재활과학대학 물리치료학과, <sup>2</sup>대구대학교 대학원 재활과학과

### The Influence of Various Carrying a Pack Methods during Walking on Parameters of Foot Contact

Soo-Jin Park, PT, MS<sup>1</sup> · Yoo-Jung Kwon, PT, MS<sup>1</sup> · Min-Hee Kim, PT, PhD<sup>1</sup>  
Jin-Sang Kim, D.V.M, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Rehabilitation Science, Graduate School of Daegu University

<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

#### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study was to analyze the changes of parameters of foot contact by various carrying a pack methods during walking. **Method:** The subjects were consisted of normal forty four persons (males 30, females 14, mean age 23). The carrying a pack methods were classified into five conditions: carrying no bag(Con 1), carrying a backpack(Con 2), carrying a shoulder bag(Con 3), carrying a cross bag(Con 4), carrying a one-hand bag(Con 5). All subjects were participated in these five condition and measured foot pressure by F-scan system during walking. Then foot contact time, foot contact area, foot contact length and width were measured and analyzed. The repeated one-way analysis of variance (ANOVA) was used to get difference between conditions and independent t-test was used to get difference between left and right foot within condition. **Result:** In the comparison of parameters of foot, contact time, contact area and mid foot width were significantly different between conditions( $p < .05$ ), and in both foot contact time at condition 5 showed the most significant reduction( $p < .05$ ). In the comparison of parameters of foot between left and right foot within condition, every conditions were not significantly different( $p > .05$ ). **Conclusion:** In this study various carrying methods changed the parameters of foot contact and showed significant difference in some articles between carrying methods. However, asymmetric load of pack by carrying methods didn't affected symmetry of parameters of foot contact between left and right foot.

**Key words :** parameters of foot contact, carrying a pack method

## I. 서론

인간의 육체적 노력에 의한 중량물 운반 작업은 과학의 발달로 인하여 새로운 기계와 도구에 의해 개선이 많이 되었으나, 산업 현장에서의 작업 수행이나 일상생활에서 완전히 제거할 수는 없다(우동필, 2001). 학생들은 책과 학용품 등을 가지고 학교에 가야하고, 직장인들은 일에 필요한 여러 도구나 서류들, 그리고 노트북이나 PDA같은 전자 장비들을 가지고 다녀야 하는데, 이럴 경우 가장 필요한 것이 가방이다.

일상생활에서 우리가 사용하는 가방에는 여러 가지 형태가 있는데, 배낭 형태의 가방(backpack), 앞·뒤로 댈 수 있는 가방(double pack), 한쪽 어깨에 메는 가방(shoulder bag) 등 가방의 종류와 메는 방법도 다양하다(안준수, 2006; 홍성표와 이순호, 1991). 연령에 따라 서로 선호하는 가방의 형태가 다른데, 성인들은 대부분 어깨 가방이나 한 손으로 드는 가방을 주로 사용하고(안준수, 2006), 학생들은 책과 학용품들을 양쪽 어깨로 메는 배낭 형식 가방(back pack)이나 한 쪽 어깨로 메는 운동 가방(athletic bag)을 주로 많이 사용하고 있다(김창국과 신동민, 1995).

인간에 의해 수행되는 중량물 취급 작업은 작업자의 나이, 성별, 체중, 육체적 작업 능력 등과 같은 작업자 관련 변수(worker variables), 운반물의 크기, 모양, 중량 등과 같은 부하 관련 변수(load variables), 이동거리, 경사도, 작업 자세 등과 같은 작업 관련 변수(task variables), 온도와 습도, 조명, 진동과 같은 환경 변수(environment variables)에 의해 영향을 많이 받게 되는데, 이러한 변수 중에서 자세 및 대칭성과 관련된 변수를 살펴볼 때, 비대칭적인 물건 운반 방법은 대칭적인 운반 방법에 비해 운반 능력이 감소하고, 복부 압력 및 디스크의 압력이 증가할 뿐만 아니라 척추 근육의 비대칭적인 근활동을 증가시키게 된다(우동필, 2001).

이러한 현상은 바르지 못한 방법으로 가방을 착용하였을 경우 쉽게 볼 수 있는데, 가방을 메고 보행을 하게 될 경우 인체는 가방의 무게에 의해 생리적 또는 역학적으로 많은 영향을 받게 되고, 인체 분절은 평형을 위해 자세 재정렬이 이루어지게 된다(오정환과 최

수남, 2007; Matsuo 등, 2008). 정상적인 보행에서는 체중심이 상·하, 좌·우, 진행 방향을 따라 규칙적, 대칭적으로 부드럽게 진행하고, 사지의 움직임이 조화롭게 이루어지지만(홍대중 등, 1998; Crowe와 Samson, 1997), 무거운 가방을 메거나, 비대칭적인 방법으로 가방을 메고 보행을 할 경우 체중심의 불규칙적인 이동이 나타나게 되고, 위치가 변화된 체중심선을 기저면 중앙으로 가져와 평형을 유지하고, 전방으로의 진행을 위해서 인체 분절이 비정상적인 자세로 재정렬되는 등 균형 유지와 보행 에너지 소모를 절약하기 위한 인체의 적응 기전이 나타나게 된다(오정환과 최수남, 2007; 조성초, 2001). 이러한 비정상적 자세 정렬이 가방의 무게를 어깨와 허리에 제대로 분산시키지 못할 경우(Macias 등, 2008), 말초신경의 손상, 상지 근육의 약화 그리고 측만증, 요통, 두부전방자세와 같은 척추의 병변뿐만 아니라, 발에 물집이나 피로 골절 또는 중족 통증(metatarsalgia) 등과 같은 문제가 발생하게 되며(김민희, 2006; 김창국과 신동민, 1995; 우동필, 2001; Knapik 등, 1996; Weir, 2002), 척추의 고유수용성 감각을 감소시키는 결과를 초래하게 된다(Chow 등, 2007).

특히 오늘날 청소년들에서 요통이나 어깨 통증, 척추측만증, 척추 후만증 및 전만증과 같은 척추 변형 발생률이 증가하고 있는데(김유경, 2006; 문제호 등, 1995; 이의진 등, 2004; Weir, 2002), 주요 원인 중에서도 하나가 책가방이 거론되고 있으며(Weir, 2002), 매일 무거운 가방을 메고 통학을 해야 하고, 학교 내에서도 계단을 오르내려야 하는 학생들을 위해서 올바른 가방 휴대 방법을 위한 교육에 대한 사회적 관심도가 높아지고 있다(김유경, 2006; 김은주 등, 2004; Hong과 Li, 2005).

가방 휴대와 관련된 신체에서의 문제점에 대한 연구가 많은 선행 연구자들에 의해 연구가 이루어지고 있다. 오정환과 최수남(2007)은 중학생을 대상으로 가방 끈 길이가 보행 자세에 미치는 영향에 대해 연구하였는데, 가방 밑 부분이 옆구리 장골능 보다 아래에 있도록 가방 끈 길이를 길게 하였을 때 보행 에너지 소모를 절약하기 위해 인체의 적응 기전에 의해 보폭이 감소하고, 상체는 앞으로 기울게 되는 현상이 나타났

으며, 이런 현상이 지속되면 성장기에 있는 학생들의 자세에 나쁜 영향을 미치고, 척추 기립근과 목 신전근을 긴장시켜 허리와 목의 통증을 유발하게 된다고 하였다. Stuempfle 등(2004)도 연구를 통해 부하의 위치가 보행 시 부하 운반에 있어서 생리학적, 지각 반응의 중요한 요소이며, 무게 중심을 높게 backpack을 메는 것이 낮게 메는 것보다 산소 소비량이 적게 나와 에너지 소비가 더 적으며, 에너지 소비에서 더 효율적인 방법이라고 보고하였다.

조성초(2001)는 초등학생을 대상으로 책가방 무게가 보행에 미치는 영향에 대한 연구를 하였는데, 책가방 무게가 증가될 때 인체는 보행 에너지 소모를 절약하기 위한 인체의 적응 기전에 의해 보폭은 감소되고, 균형을 유지하기 위해 동체는 앞으로 기울게 되며, 충격을 완화하기 위해 고관절의 굴신 운동은 증가된다고 하였다. Lai와 Jones(2001)는 책가방의 무게가 체중의 20% 이상일 때, 어깨에 가해지는 압력 때문에 흡기량이 제한이 되고, 이로 인해 호기량도 영향을 받게 되는데, 가방의 무게로 척추 전만이 발생 하면 흉곽 앞쪽의 근육이 짧아져서 흉곽 확장에 제한이 생긴다고 하였다.

Matsuo 등(2008)은 비대칭적인 부하 휴대 시 신체 전반적인 균형 유지 능력과 하지의 협응 능력에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 정상 여성들을 대상으로 다양한 무게의 가방을 메고 3차원 동작 분석기로 동작을 분석한 결과, 비대칭적인 부하는 체간을 반대편 쪽으로 측굴을 증가시켰고, 부하가 증가할수록 굴곡 각도가 커졌으며, 체간이 측굴 일어나면 이에 대해 균형을 맞추기 위해 전두면 상에서 상지의 보상 작용이 일어나 체중심을 지지면 내에 있게 하여 에너지 소비를 최소화 한다고 하였다. 그리고 Legg 등(1992)은 26kg 무게 가방을 휴대하는 방식에 따른 대사 소비를 비교한 실험에서, backpack 휴대 방식이 한 쪽 어깨 휴대(sidepack, shoulder load)보다 산소 소비가 적고 맥박수가 낮았다고 보고하였다.

보행은 인체의 이동을 위한 가장 기본적인 방법이고(조현영, 1998), 가방 휴대한 상태에서의 보행은 일상생활에서 아주 흔한 일이다(Hong과 Li, 2005). 보행

분석에서 보행을 하는 동안 발의 구조적 및 생역학적 기능 상태를 평가하는 방법들 중에서 족저압 측정법을 이용한 평가가 널리 사용되고 있는데(Hessert 등, 2005), 그중 대표적인 F-scan system은 보행 시 또는 바로 선 자세에서 발에서의 무게 변화 양상을 수치로 보여주는 장치이다(이찬영, 2006). F-scan system은 대상자의 신발 안에 신발 내 삽입형 센서를 넣고 발바닥의 압력 측정 시스템을 이용하여 보행 동안 발의 여러 곳의 압력을 감지하여 발에서의 무게 변화 양상을 시간적, 양적 수치로 제공해 주는 시스템으로(김지혜, 2007; 양두창 등, 2003b), 많은 연구자들에 의해 신뢰도가 입증되었다(김경 등, 2000; Mueller와 Strube, 1996; Randolph 등, 2000).

그동안 많은 선행 연구자들에 의해 무거운 가방과 바르지 못한 가방 휴대 방식이 보행 중에 비정상적인 자세를 유발하고, 근골격계에 악영향을 주어 통증과 척추 장애를 유발할 수 있다는 것이 밝혀져 있다. 그러나 여러 가지 가방 휴대 방법에 따른 발바닥에서의 접촉 양상의 변화를 비교한 논문은 아직까지는 다소 부족한 현실이다. 따라서 본 연구에서는 족저압 측정 시스템인 F-Scan system을 이용하여 가방의 휴대 방식이 보행 시 발바닥에서의 접촉 양상에 어떠한 변화를 주는지 알아보고, 올바른 가방 휴대 방법에 대한 새로운 기초 자료를 제시하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상 및 연구 기간

본 연구는 실험의 취지에 대해 충분히 설명을 듣고 실험 참여에 동의한 D대학에 재학 중인 20대 남녀 정상 성인을 대상으로 실시하였다. 대상자 선정 기준은 상지와 하지에 보행에 영향을 주는 정형 외과적 또는 신경 외과적 손상과 같은 근골격계 질환이 없는 자, 척추에 병변이나 수술 과거력이 없는 자, 파행 보행과 같은 외형상 걸음걸이의 이상이 없는 자, 다리나 발의 구조적인 이상이 없는 자, 발에 티눈이나 압박종이 없

는 자, 복시(diplopia)나 시야(visual field) 결손과 전정 기관 이상이 없는 자 그리고 연구자의 지시를 충분히 이해할 수 있는 자로 하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 측정 도구

본 연구에서는 보행 시 입각기 동안 발바닥에서의 접촉 양상을 측정하기 위하여 F-scan ver 5.83 system (Tekscan Inc., South Boston, USA)을 이용하였다. F-scan system은 신발 내 삽입형인 압력 탐색 센서 (insole sensor), 변환 장치(Cuff Units), 변환 장치와 컴퓨터를 연결하는 케이블(Cuff Cable), PCI Interface Board(Super Receiver), 변환장치를 발목에 부착하기 위한 밴드(Velcro Ankle Band), 데스크탑 컴퓨터로 구성되어 있다.

센서는 신발 크기에 맞게 잘라서 신발 내에 넣어 족저압을 측정할 수 있는 신발 내 삽입형(in-sole type)으로, 960개의 압력 감지점이 5mm 간격으로 격자 형식으로 균일하게 분포되어 있는 두께 0.18mm의 얇고 잘 구부러지는 필름 형태로 되어 있다. 변환장치는 밴드를 이용해 양측 발목에 부착하고, sensor tab과 직접 연결하여 sensor를 통해 측정된 자료들을 모아 처리하는 장치로, 측정된 정보들을 컴퓨터로 좀 더 쉽게 보내기 위한 장치이다. 이렇게 측정된 정보는 케이블을 통해 컴퓨터에 장착된 PCI Interface Board(Super Receiver)로 전송되고, PCI Interface Board(Super Receiver)는 변환장치가 보내온 정보를 컴퓨터에 설치된 소프트웨어에서 활용할 수 있게 만들어준다(문혜원 등, 1995).

### 2) 측정 방법

본 연구에서는 가방 휴대 방식에 따른 보행 시 입각기 동안의 발바닥에서의 접촉 양상을 분석하기 위해서, 가방을 휴대하지 않고 보행(조건1), 가방을 두 개의 스트랩을 이용하여 양 쪽 어깨에 메고 보행(조건2), 가방을 하나의 스트랩을 이용하여 한 쪽 어깨에 메고 보행(조건3), 가방을 한 쪽으로 가로질러 메고 보행(조건4), 가방을 한 쪽 손으로 들고 보행(조건5) 이렇게 5

가지 실험 조건으로 나누어 족저압 측정을 실시하였다. 가방의 무게는 성별이나 연령에 상관없이 건강한 사람이 충분히 들 수 있는 일반적인 무게인 체중의 15% 무게를 선택하였다(Crowe와 Samson, 1997). 가방을 한 쪽으로 휴대를 하는 조건에서는 모든 대상자들에게 부하가 같은 쪽에 실리도록 하기 위해 조건3에서는 오른쪽 어깨에 스트랩이 위치하도록 하였고(안준수, 2006; 김창국과 신동민, 1995; Fowler 등, 2006; Hong과 Li, 2005), 조건4에서는 스트랩이 왼쪽 어깨에 위치하도록 하였으며(안준수, 2006), 조건5에서는 가방에 부착된 손잡이를 오른쪽 손으로 잡고 가방을 들었다(Crowe와 Samson, 1997). 가방 스트랩의 길이는 조건 2에서는 가방의 밑부분이 옆구리 장골 능선의 높이와 같게 하였고(오정환과 최수남, 2007; Macias 등, 2008), 조건 3과 조건4에서는 가방의 상단 끝부분이 피험자의 옆구리 장골 능선에 위치하도록 하였다(안준수, 2006; 김창국과 신동민, 1995).

측정을 하기 전에 우선 신발의 종류 및 재질에 따른 오차를 없애기 위해 환자들의 발에 맞는 굽이 없는 동일한 형태의 신발을 준비하였고, 온도차에 의한 센서의 측정치 오차를 줄이기 위해 센서가 신발 내 환경의 온도와 일치되도록 신발 크기에 맞게 재단이 된 센서를 양측 신발 내에 미리 부착해 두었다. 대상자들로 하여금 센서 보호를 위해 양말을 신은 상태에서(Kobayashi 등, 2006) 개개인의 발에 맞는 신발을 신고 10~20 걸음을 걷게 한 후(Resch et al., 1997) 대상자 개개인의 몸무게에 맞게 좌우 양측을 제작사의 설명에 따라 1초간 보정(calibration)을 실시하였다(Mueller 등, 1996). 보정은 대상자가 반대쪽 다리를 들고 한쪽 다리로 1초 동안 서고, 한쪽 센서에 전체 체중이 실리도록 하여 대상자의 체중을 센서로 인식하게 하며, 양측을 번갈아 실시하였다.

측정은 대상자에게 보행 방법에 대해 충분히 설명을 하고, 실험실의 보행로 위를 몇 차례 반복 보행하게 한 후 실험에 대한 심리적 부담이 사라진 자연스러운 상태에서 실시하였다.

대상자들은 고르고 단단한 바닥에 그려진 14m 직선 보행로를 따라 평소에 걷는 속도와 동일하게 편안

하고 자연스럽게 걷고, 시선은 전방을 향하도록 지시하였다. 대상자가 자연스럽게 보행할 때의 족압을 측정하기 위해서, 대상자로 하여금 보행로를 몇 차례 왕복 보행하도록 하고, 대상자가 측정을 하는 순간을 인식하지 못하도록 측정 구간에 대해 언급하지 않았으며, 처음 5걸음 이후부터 보행하는 동안 측정을 실시하였다.

### 3) 자료 수집

자료 수집은 100Hz로 6초 동안 좌·우 양측을 합하여 10~12 걸음이 될 때까지 실시하였다. 족저압 측정은 보행 주기 가운데 입각기의 전 기간에 걸쳐 발바닥의 각 부분이 지면과 접촉되어지는 동안에 측정하였다. F-scan research 5.83 프로그램을 이용해 자료를 처리, 처음 걸음과 마지막 걸음을 제외하고 나머지 3~4걸음을 선택하여 평균 족저압을 구하였다. 이를 토대로 전체 평균 접지시간(total mean contact time: sec), 전체 평균 접촉 면적(total mean contact area: cm<sup>2</sup>), 접촉 길이(contact length: cm) 및 너비(width: cm)를 측정하였다.

보행 시간은 임상적으로 간편하게 측정할 수 있는 부분거리측정법인 10m 거리 보행 테스트(10-meter walk test)을 사용하였다. 검사자가 “편안하게 걸으세요”라고 지시하고 14m의 거리를 걷는 동안 양쪽 2m를 제외한 10m 거리를 대상자가 걷는데 소요되는 시간을 측정하였으며, 3회 실시하여 평균값을 구하였다.(안준수, 2006; 고명숙과 유은영, 2005; 김상엽, 2004; van Hedel 등, 2005)

## 3. 자료 분석

본 연구에서는 가방의 휴대 방식에 따른 발바닥에서의 접촉 양상 변화를 알아보기 위해 휴대 방식을 5가지로 설정하고, 동일한 대상자들이 5가지 조건에서 모두 족저압을 측정하였으며, SPSS 12.0 for window version을 이용하여 5가지 조건 간의 알아보기 위해 반복측정 분산 분석을 실시하였다. 그리고 각 조건 내에서 좌측발과 우측발을 비교해 좌·우 비대칭성을 알아보기 위해 독립표본 t-test를 실시하였다. 통계학적 유의 수준을 검증하기 위한 유의수준은 .05로 정하였다.

## Ⅲ. 연구결과

### 1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 남자 30명, 여자 14명으로 총 44명, 평균 연령이 23.82 ± 3.572세 이었으며, 신장은 평균 171.24 ± 8.24cm이었다. 몸무게는 평균 66.72 ± 11.26kg이었는데, 본 연구에서 가방 무게를 몸무게의 15%로 정한 결과 가방의 평균 무게가 약 10 ± 1.70kg이었다. 대상자들의 신발 사이즈는 257.41 ± 17.18cm이고, 발 크기는 249.7 ± 16.26cm로 신발 사이즈와는 약간의 차이가 있었다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

	Total(44)	Male(30)	Female(14)
	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD
Age(yr)	23.82 ± 3.57	24.63 ± 3.81	22.07 ± 2.24
Height(cm)	171.24 ± 8.24	175.38 ± 5.97	162.36 ± 4.50
Weight(kg)	66.77 ± 11.26	71.67 ± 9.96	56.29 ± 4.97
Bag weight(kg)	10.02 ± 1.70	10.75 ± 1.50	8.44 ± 0.75
Foot size(mm)	249.70 ± 16.26	257.77 ± 12.10	232.43 ± 8.77
Shoe size(mm)	257.41 ± 17.18	266.93 ± 10.54	237.00 ± 8.40

## 2. 10m 보행 시간

### 1) 보행 조건 간 10m 보행 시간 비교

보행시간은 다섯 조건 간에 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 각 조건 간의 대응별 비교에서 조건5는 조건1과 조건2, 조건3, 조건4에 비해 유의하게 감소했다( $p < .05$ )(표 2).

## 3. 발바닥 접촉 양상 비교

### 1) 보행 조건 간의 발바닥 접촉 양상 비교

#### (1) 좌측 발

발의 접촉 시간은 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p < .05$ ), 조건 간 대응별 비교에서 조건1과 조건3, 조건1과 조건5, 조건2와 조건3, 조건2와 조건4, 조건2와 조건5, 조건3과 조건5, 조건4와 조건5 간에 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ).

발의 전체 접촉 면적은 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p < .05$ ), 조건1과 조건2, 조건1과 조건3, 조건1과 조건5 간에 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ).

발이 접촉되는 종적 길이는 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았고( $p > .05$ ), 각 조건간의 대응별 비교에서도 유의한 차이를 보여 주는 조건들이 없었다( $p > .05$ ).

발의 접촉 너비에서 전족 너비는 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았고( $p > .05$ ), 또한 각 조건간의 대응별 비교에서도 유의한 차이를 보여 주는 조건들이 없었으며( $p > .05$ ), 중족 너비는 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p < .05$ ), 조건2와 조건4, 조건3과 조건4, 조건4와 조건5 간에 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 그리고 후족 너비는 다섯 조건 간에 유의한

차이를 보이지 않았지만( $p > .05$ ), 조건2와 조건4 간에는 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(표 3).

#### (2) 우측 발

접촉 시간은 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p < .05$ ), 조건 간 대응별 비교에서 조건1과 조건5, 조건2와 조건5, 조건3과 조건5, 조건4와 조건5 간에 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ).

발의 전체 접촉 면적은 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p < .05$ ), 조건1과 조건2, 조건1과 조건3, 조건1과 조건4, 조건1과 조건5, 조건2와 조건5 간에 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ).

발의 접촉 종적 길이는 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았고( $p > .05$ ), 조건1과 조건2, 조건1과 조건3, 조건1과 조건5 간에 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ).

발의 접촉 너비에서 전족 너비는 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았지만( $p > .05$ ), 조건1과 조건2 간에 유의한 차이를 보였고( $p < .05$ ), 중족 너비는 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았고( $p > .05$ ), 또한 각 조건 간의 대응별 비교에서도 유의한 차이를 보여 주는 조건들이 없었다( $p > .05$ ). 후족 너비는 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p < .05$ ), 조건1과 조건2, 조건1과 조건3, 조건1과 조건4, 조건1과 조건5, 조건2와 조건3 간에 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(표 3).

### 2) 보행 조건 내 발바닥 접촉 양상 좌·우 비교

발바닥 접촉 양상에서 다섯 조건 모두 접지 시간, 접촉면적, 접촉 길이와 너비가 좌·우측 간에 서로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ )(표 4).

표 2. 조건 간 10m 보행 시간

	Con 1	Con 2	Con 3	Con 4	Con 5	F	p
	mean ± SE	mean ± SE	mean ± SE	mean ± SE	mean ± SE		
Walking time(s)	7,409 ± 0,128	7,443 ± 0,121	7,406 ± 0,133	7,390 ± 0,135	7,215 ± 0,129	4,80	.003*

\* $p < .05$

표 3. The comparison of parameters of foot contact by carrying a bag patterns

	Con 1	Con 2	Con 3	Con 4	Con 5	F	p
	mean ± SE	mean ± SE	mean ± SE	mean ± SE	mean ± SE		
Contact time(sec)	0.58 ± 0.00 <sup>e</sup>	0.59 ± 0.00 <sup>e</sup>	0.57 ± 0.01 <sup>a,b</sup>	0.57 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.56 ± 0.00 <sup>c,d</sup>	15.33	.00*
Contact area(cm <sup>2</sup> )	121.37 ± 3.39	124.67 ± 3.36 <sup>a</sup>	124.16 ± 3.24 <sup>a</sup>	121.06 ± 4.02	124.25 ± 3.25 <sup>a</sup>	6.09	.00*
Contact length(cm)	24.76 ± 0.25	24.76 ± 0.26	24.72 ± 0.26	24.73 ± 0.26	24.73 ± 0.27	.66	.62
Left Contact width(cm)							
Fore foot	8.16 ± 0.07	8.17 ± 0.06	8.15 ± 0.06	8.13 ± 0.08	8.13 ± 0.07	.12	.97
Mid foot	2.90 ± 0.18	3.01 ± 0.16	2.89 ± 0.17	2.74 ± 0.17 <sup>bc</sup>	3.03 ± 0.17 <sup>c</sup>	3.60	.01*
Hind foot	5.75 ± 0.08	5.76 ± 0.08	5.73 ± 0.08	5.71 ± 0.09 <sup>b</sup>	5.74 ± 0.08	1.71	.16
Contact time(sec)	0.59 ± 0.00 <sup>e</sup>	0.59 ± 0.00 <sup>e</sup>	0.58 ± 0.01 <sup>e</sup>	0.58 ± 0.01 <sup>e</sup>	0.57 ± 0.00	5.81	.00*
Contact area(cm <sup>2</sup> )	120.36 ± 3.29	123.11 ± 3.19 <sup>a</sup>	123.91 ± 3.24 <sup>a</sup>	124.08 ± 3.23 <sup>a</sup>	124.46 ± 3.08 <sup>a,b</sup>	31.99	.00*
Contact length(cm)	24.60 ± 0.26	24.65 ± 0.27 <sup>a</sup>	24.69 ± 0.26 <sup>a</sup>	24.62 ± 0.26	24.70 ± 0.26 <sup>a</sup>	2.23	.08
Right Contact width(cm)							
Fore foot	8.03 ± 0.08	8.11 ± 0.07 <sup>a</sup>	8.04 ± 0.08	8.09 ± 0.08	8.06 ± 0.08	1.56	.18
Mid foot	3.05 ± 0.16	3.52 ± 0.40	3.11 ± 0.15	3.12 ± 0.17	3.20 ± 0.16	1.06	.38
Hind foot	5.78 ± 0.09	5.94 ± 0.08 <sup>a</sup>	5.88 ± 0.09 <sup>a,b</sup>	5.90 ± 0.09 <sup>a</sup>	5.88 ± 0.09 <sup>a</sup>	4.17	.00*

Con 1 = walking with no bag

Con 2 = walking with carrying a backpack

Con 3 = walking with carrying a shoulder bag

Con 4 = walking with carrying a cross bag

Con 5 = walking with carrying a one-hand bag

\*p &lt; .05

<sup>a</sup> = significant difference from Con 1, p < .05<sup>b</sup> = significant difference from Con 2, p < .05<sup>c</sup> = significant difference from Con 3, p < .05<sup>d</sup> = significant difference from Con 4, p < .05<sup>e</sup> = significant difference from Con 5, p < .05

#### IV. 논 의

가방은 우리가 매일 사용하고 있고, 일상생활에서도 아주 중요한 도구이다. 하지만 무거운 가방을 장시간 동안 잘못된 방법으로 멜 경우 우리 몸에 비정상적인 스트레스가 가해져서 척추 측만증이나 근육통과 같은 근골격계 문제가 발생할 수 있다. 많은 선행 연구자들은 이러한 문제점을 파악하고 해결 방안을 찾기 위해 가방의 휴대 방식에 따른 인체의 적응 기전을 운동학적, 동역학적, 생리학적 요인과 관련된 적응 기전에 대해 조사를 해왔고, 본 연구에서는 가방의 휴대 방식에 따른 부하의 위치 변화로 인한 인체의 적응 기전 중에서 발바닥에서의 접촉 양상의 변화를 알아보기 위해 가방을 멘 상태에서 보행 시 입각기 동안

F-scan system을 이용하여 족저압을 측정하였다. 가방의 무게는 성별이나 연령에 상관없이 건강한 사람이 충분히 들 수 있는 일반적인 무게인 체중의 15% (Crowe와 Samson, 1997)를 기준으로 하였는데, Chow 등(2005)은 비정상적인 자세를 유발하지 않는 가방의 무게 한계 범위는 체중의 10% 이하라고 하였고, Weir (2002)와 Negrini와 Negrini(2007)는 가방의 무게가 체중의 10~15% 이상일 경우 근골격계 문제를 유발되고, 체중심을 지지면에 유지시키기 위해 상체가 전방으로 굴곡이 일어나고, 요추의 전만(lordosis)과 흉추의 후만(kyphosis)이 감소해 척추가 편평해진다고 하였다. 가방의 휴대 방식은 우리가 일반적으로 멜 수 있는 방법을 선택하였는데, 가방을 메지 않고 걸었을 때(조건 1), 가방을 양쪽 어깨로 메고 걸었을 때(조건2), 가방

표 4. 보행 조건 내 발바닥 접촉양상 좌·우 비교

	Side	Con1		Con2		Con3		Con4		Con5	
		mean ± SE	p	mean ± SE	p	mean ± SE	p	mean ± SE	p	mean ± SE	p
Contact time(sec)	Left	0.58 ± 0.00	.44	0.59 ± 0.00	.49	0.57 ± 0.01	.23	0.57 ± 0.01	.26	0.56 ± 0.00	.24
	Right	0.59 ± 0.00		0.59 ± 0.00		0.58 ± 0.01		0.58 ± 0.01			
Contact area(cm <sup>2</sup> )	Left	121.37 ± 3.39	.41	124.67 ± 3.36	.36	124.16 ± 3.24	.47	121.06 ± 4.02	.28	124.25 ± 3.25	.48
	Right	120.36 ± 3.29		123.11 ± 3.19		123.91 ± 3.24		124.08 ± 3.23		124.46 ± 3.08	
Contact length(cm)	Left	24.76 ± 0.25	.33	24.76 ± 0.26	.37	24.72 ± 0.26	.47	24.73 ± 0.26	.38	24.73 ± 0.27	.46
	Right	24.60 ± 0.26		24.65 ± 0.27		24.69 ± 0.26		24.62 ± 0.26		24.70 ± 0.26	
Contact width(cm)											
Fore foot	Left	8.17 ± 0.07	.11	8.17 ± 0.06	.28	8.15 ± 0.06	.14	8.13 ± 0.08	.37	8.13 ± 0.07	.28
	Right	8.04 ± 0.08		8.11 ± 0.07		8.04 ± 0.08		8.09 ± 0.08		8.06 ± 0.08	
Mid foot	Left	2.91 ± 0.18	.27	3.01 ± 0.16	.12	2.89 ± 0.17	.17	2.74 ± 0.17	.06	3.03 ± 0.17	.24
	Right	3.06 ± 0.16		3.52 ± 0.40		3.11 ± 0.15		3.12 ± 0.17		3.20 ± 0.16	
Hind foot	Left	5.75 ± 0.09	0.4	5.76 ± 0.08	.07	5.73 ± 0.08	.12	5.71 ± 0.09	.06	5.74 ± 0.08	.13
	Right	5.79 ± 0.09		5.94 ± 0.08		5.88 ± 0.09		5.90 ± 0.09		5.88 ± 0.09	

p < .05

을 한 쪽 어깨에 메고 걸었을 때(조건3), 가방을 한 쪽으로 가로질러 메고 걸었을 때(조건4), 가방을 한 손으로 들고 걸었을 때(조건5)의 다섯 조건으로 구분하여 측정하였다.

오늘날 보행 패턴을 분석하는 방법 중에서, 보행 주기 중 입각기 때 발에서 나타나는 족저압과 체중 부하 분포의 변화를 측정할 수 있는 족저압(foot pressure) 측정법을 이용한 연구가 많이 이루어지고 있는데, 족저압 측정은 여러 분야에서 이미 많이 사용되고 있는데, 파킨슨병 환자(이찬영, 2006)나 뇌성마비 환자들 의(박은숙 등, 2002; 임선규, 2000; Park 등, 2006) 족압 분포와 보행 특성을 파악하는 연구뿐만 아니라, 스포츠 분야(이동기 등, 2005; 임기용과 이상도, 2002)에서도 많이 이용되고 있으며, 최근에는 말초신경병증이나 말초혈관질환에 이환될 가능성이 높은 당뇨병성 환자들의 당뇨화 연구에도 많이 쓰이고 있다(양두창 등, 2003a, 2003b; Resch 등, 1997).

보행 속도의 측정은 환자의 일상생활능력 및 예후

기능 파악에 가장 간단하고 정확한 방법인데(김상엽, 2004), 정상 성인이 일상 환경에서 거리를 걸을 때 주위 환경을 관찰하면서 보행하는 속도는 평균 1.1~1.5m/s(고명숙과 유은영, 2005)이다. 조현영(1998)은 실험에서 6kg 가방을 메고 보행했을 때가 가방을 메지 않고 보행했을 때보다 보행 속도와 분속수, 보폭과 활보장이 감소하고, 보간이 증가했다고 하였다. 이는 무게가 부가됨으로써 보간을 넓히고 보폭과 활보장을 좁힘으로서 안정감을 높여 보행하기 위한 것으로 설명할 수 있다. 안준수(2006)는 솔터백의 일측성 부하가 보행에서 몸통과 골반 움직임 영향을 알아보기 위해, 가방을 메지 않고 걸었을 때, 옆으로 메고 걸었을 때, 한 쪽으로 가로질러 메고 걸었을 때의 보행을 분석한 연구에서 활보장과 단하지 지지기가 가방을 메지 않고 걸었을 때에 비해 가방을 옆으로 메고 걸었을 때와 한 쪽으로 가로질러 메고 걸었을 때 유의하게 감소했다고 하였는데, 분속수는 다른 연구자들의 연구와는 다르게 오히려 유의하게 증가했다고 밝혔다. 그

리고 보행 속도는 유의한 차이가 없었는데, 이는 활보장이 감소한 반면 분속수가 증가하였기 때문이라고 하였다. 그리고 Crowe와 Samson(1997)은 정상 남녀를 대상으로 체중의 15% 무게를 한손에 든 경우와 들지 않은 경우에서 무게를 들고 보행을 할 경우 많은 대상자들이 보행 속도가 감소했고, 보행 주기가 1.04s에서 0.94s까지 약 10% 감소를 가져왔다고 보고를 하였다.

본 연구에서는 보행 시간이 다섯 조건 간에는 유의한 차이가 있었지만, 각각 조건간의 비교에서 살펴보면, 조건1과 조건2, 조건3, 조건4 간에는 보행 시간 약간의 차이는 있을 뿐 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않아, 안준수(2006)의 연구 결과와 일치하였다. 하지만 조건5는 다른 네 조건보다 유의하게 감소를 보여 보행 속도가 감소한다는 선행 연구들과는 반대의 결과를 보여 주었는데, 이것은 실험 대상자가 가방의 무게로 인한 부담감으로 인해 작업 수행을 빨리 해 버리려고 하는 심리적인 효과가 작용한 것으로 생각된다.

본 연구에서 다섯 가지의 가방 휴대 방법에 따른 보행 시 입각기 동안의 접촉 양상을 분석하기 위해 발바닥의 지면 접촉 시간과 접촉 면적을 비교하였다. 조건에 따른 접촉 시간을 보면 좌우측 발 모두 조건2는 조건1과 비슷한 수치를 보이지만, 다른 조건에 비해 높은 수치를 보여주었고, 조건 5에서는 접촉 시간이 다른 네 조건에 비해 유의한 차이를 보이며 감소했으며, 조건3과 조건4는 서로 비슷한 양상을 보여주었다. 그런 반면에 각 조건 내에서 좌·우측 발을 서로 비교한 결과 모든 조건에서 좌측 발과 우측 발의 접촉 시간은 유의한 차이가 없었다. 이는 비대칭적 가방 부하는 접촉 시간의 대칭성에는 큰 영향을 주지 않고, 입각기 동안 한 쪽 발에 가해지는 부하의 증가로 인해 활보장의 감소와 함께 분속수가 증가(안준수, 2006), 고유 감각의 저하나 보행 과정에서 발뒤축 접지기 이후 부하 수용기로의 압력 중심점의 이동이 적절하지 못했기 때문이라고 생각해 볼 수 있다(양두창 등, 2003a).

좌·우측 발에서 접촉 면적의 변화를 살펴보면 가방을 메지 않은 조건보다 가방을 멘 네 조건에서 면적의 증가를 볼 수 있고, 다섯 조건 간에 접촉 면적의 유의

한 차이를 보였다. 특히 가방을 한 손으로 드는 조건 5의 경우 좌측 발의 접촉 면적이 다른 조건들에 비해 유의하게 증가하였다. 좌측 발에서 종족 너비가 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보이면서, 조건5에서의 증가가 두드러졌고, 우측 발에서는 종족 너비가 역시 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보이면서, 가방을 멘 경우가 가방을 메지 않은 경우보다 종족에서의 접촉 너비가 더 증가하였다.

또한 일반적으로 지면에 접촉되는 발에 체중 부하를 하였을 때 발의 길이와 너비, 둘레와 관련된 수치가 증가하고, 아치 부분의 용적, 너비, 길이, 높이 등은 감소하는 양상을 관찰할 수 있는데, 본 실험에서도 가방을 멘 경우 발의 접촉 면적과 너비가 증가하는 양상을 볼 수 있었다. 이는 조건 5에서 보행 시 단하지 지기 동안 발에 가해지는 부하가 다른 네 조건에 비해 증가했고, 이 체중을 부하할 때 종골하 관절이 회내하고, 발의 종아치와 횡아치가 낮아지기 때문이다(김성우 등, 2004). 하지만 조건 내 좌·우 비교에서는 모든 조건에서 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이를 통해 볼 때 가방의 무게와 휴대 방식에 따른 비대칭성은 발에서의 접촉 양상은 변화 시키면서도 좌·우 대칭성에는 큰 영향을 주지 않은 것을 알 수 있었다.

발은 우리 몸 전체의 1/4에 해당하는 52개의 뼈와 60개의 관절, 214개의 인대, 38개의 근육을 비롯하여, 신경, 혈관 등이 복잡하게 연결되어 조화를 이룬 정교한 인체 기관 중의 하나로, 인간의 제2의 심장이라 칭할 만큼, 발은 인간의 행동 양식에서 중요한 신체 부위이지만 일상생활 중 수면 시간을 제외한 대부분의 시간에 항상 하중을 받고 있다(박성하 등, 2003). 이 하중이 발의 조직에 반복적이고 과도한 압력을 가하게 되면 족부 궤양 및 통증을 초래할 수 있다(문재호 등, 1997). 특히 가방을 이용한 물건 운반은 정상적 기립 자세동요 특성을 감소시키고, 발 위로 신체와 가방의 무게 중심을 가져오게 하기 위해서 몸통을 발목 앞쪽으로 기울어지게 하는데, 이것은 발에 큰 부담과 손상을 가져올 가능성을 증가시킬 수가 있다(우동필, 2001).

이처럼 선행 연구들을 통해 알 수 있듯이 가방의 휴대 방식은 근골격계 영향을 주며, 근골격계 특히 어깨

와 허리 근육의 통증이나 손상의 요인이 될 수 있으며, 따라서 가방을 선택하는 가장 좋은 조건은 외적인 디자인이나 색상도 중요하지만, 인체 공학적으로 잘 설계되고, 휴대 시 보행하기가 가장 쉽고, 균형 유지에 유리하고, 신체적으로 힘이 가장 적게 드는 가방이 좋은 선택이다(Mackie 등, 2003).

## V. 결 론

본 연구에서는 가방의 휴대 방법이 보행 시 발바닥에서의 접촉 양상에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 연구하였다. 정상 성인 남녀 44명을 대상으로 가방을 양 쪽 어깨에 메고 보행(조건2), 가방을 다섯 조건으로 휴대하고 보행하면서 F-scan system을 이용해 족저압을 측정였고, 이를 통해 얻어진 10m 보행 시간, 접지시간, 접촉 면적, 접촉 길이 및 너비에 대한 자료를 비교, 분석하였다. 가방 휴대 방식에 따른 자세 적응 기전을 연구한 선행 연구들에 의하면 가방의 비대칭성이 체간과 사지의 자세 변화를 유발한다고 결론을 내릴 수 있는데, 본 연구에서는 반복측정 분산분석을 통한 조건 간 비교에서는 조건에 따라 유의한 변화를 보여주는 항목이 있었지만, 조건 내에서 좌측 발과 우측 발에서의 변화 차이를 비교한 결과에서는 그다지 많은 차이가 나타나지 않았다. 이는 가방의 비대칭성 부하로 인한 체중심의 동요가 체간과 사지, 목에서의 자세 적응 기전을 통해 발의 기저면으로 회복이 이루어졌기 때문이라고 생각한다.

비록 본 연구에서 가방의 비대칭 부하로 인한 발에서의 좌·우 불균형 두드러지게 나타나지는 않았었지만, 비대칭 부하로 인한 발바닥에서의 변화와 예상되는 병리적 양상뿐만 아니라, 측만증이나 후만증과 같은 비정상적 자세를 치료하는 방법에 대해서도 연구할 필요가 있다고 생각한다.

## 참고문헌

- 고명숙, 유은영. 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 트레드밀 보행훈련의 효과. 한국스포츠리서치 2005;16(3):99-106.
- 김경, 박영한, 배성수. 발 압력 측정계(F-mat과 F-scan system)의 신뢰성과 타당성에 대한 연구. 대한물리치료학회지 2000;12(2):29-37.
- 김민희. 아동에게 다양한 책가방 적용 시 목주변근의 근전도와 전방머리자세의 변화[석사학위 청구논문]. 연세대학교;2006.
- 김상엽. 트레드밀 보행훈련이 만성편마비 환자의 보행 속도와 보행 지구력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지 2004;16(2):221-228.
- 김성우, 김선정, 장성호, 최기섭, 박시복. 체중을 부하할 때 발 수치의 변화. 대한재활의학회지 2004;28(5):462-468.
- 김유경. 연령과 신체적 특성에 따른 남녀 중학생의 척추변형 발생빈도의 비교연구[석사학위 청구논문]. 이화여자대학교;2006.
- 김은주, 김한승, 허현석, 문재호. 특발성 청소년 척추측만증 환자의 척추 변형에 따른 사회심리적 상태. 대한재활의학회지 2004;28(3):259-264.
- 김지혜. 골반동작을 이용한 체간조절이 편마비 환자의 족저압에 미치는 영향[석사학위논문]. 용인대학교;2007.
- 김창국, 신동민. 책가방의 휴대방식에 따른 보행 주기와 자세의 변화에 대한 운동학적 분석. 한국사회체육학회지 1995;3:175-185.
- 문재호, 강민정, 강종권, 강성웅, 김건흠. 한국 여고생의 척추변형에 대한 조사. 대한재활의학회지 1995;19(4):846-852.
- 문재호, 이한수, 김민영, 김성원, 정광익. 한국 정상 어린이의 족저압 분포에 대한 연구. 대한재활의학회지 1997;21(4):755-761.
- 문혜원, 박상일, 나은우, 이일영, 임신영, 김준환. F-scan System을 이용한 정상인의 보행시 족저압 분포. 대한재활의학회지 1995;19(2):289-295.

- 박성하, 김용환, 박세진. 보행분석 시스템을 이용한 보행평가. 한국감성과학회지 2003;6(4):25-32.
- 박은숙, 박창일, 김종연, 박지웅, 김은주. 경직형 뇌성마비 환자의 보행 시 족저압 분포 및 족저압 중심의 이동 경로. 대한재활의학회지 2002;26(2):127-132.
- 안준수. 솔더백의 일측성 부하가 보행 시 몸통과 골반 움직임 양상에 미치는 영향[석사학위논문]. 연세대학교; 2006.
- 양두창, 이규훈, 이상건, 김영길, 박시복. 당뇨병 환자와 정상 성인에서 동적 최대족저압과 후족부 접지시간의 비교. 대한재활의학회지 2003a;27(4):595-599.
- 양두창, 장성호, 최기섭, 김찬성, 박시복. 당뇨병 환자에서 맨발과 당뇨화 착용 후 족저압 비교. 대한재활의학회지 2003b;27(4):600-604.
- 오정환, 최수남, 학교 가방 끈길이가 보행 자세에 미치는 영향. 한국사회체육학회지 2007;30:619-629.
- 우동필. 운반작업의 보행 특성과 생리학적 작업부하 분석[박사학위 청구논문]. 동아대학교;2001.
- 이동기, 이중숙, 이범진, 이훈식, 김용재, 박승범, 주종필. 족저압력분포 측정장비를 이용한 골프 스윙시 족저압 분석. 한국운동역학회지 2005;15(1):75-89.
- 이의진, 강연승, 김기현, 김한승, 문재호. 한국 초등학생의 척추 변형 실태. 대한재활의학회지 2004;28(1):83-87.
- 이찬영. Foot Scan System을 이용한 파킨슨 운동 증상의 임상적 평가[석사학위논문]. 고려대학교; 2006.
- 임기용, 이상도. 런닝 및 점핑 시 충격으로 인한 족저압 특성 평가. Journal of the Korean Institute of Plant Engineering 2002;7(1):79-87.
- 임선규. 체중부하이동훈련과 관절운동범위증진훈련이 뇌성마비환아의 보행 특성과 족저압 중심의 변화에 미치는 영향에 관한 연구[석사학위논문]. 연세대학교; (2000).
- 조성초. 책가방 무게가 초등학생의 보행에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지 2001;19(2):303-310.
- 조현영. 등가방 무게에 따른 보행의 운동학적 특성 분석. 호남대학교 학술논문집 1998;19(2):1305-1316.
- 홍대중, 박시복, 이상건, 이강목, 족저압 측정에 의한 편마비 환자의 입각기의 분석. 대한재활의학회지 1998;22(5):1123-1128.
- 홍성표, 이순호. 상체의 중량 변화에 따른 보행의 운동현상학적 특성. 충남대학교 체육과학연구지 1991;9(1):92-101.
- Chow DH, Leung KT, Holmes AD. Changes in spinal curvature and proprioception of schoolboys carrying different weights of backpack. Ergonomics 2007;50(12):2148-2156.
- Crowe A, Samson MM. 3-D analysis of gait: The effects upon symmetry of carrying a load in one hand. Human Movement Science 1997;16:357-365.
- Fowler NE, Rodacki ALF, Rodacki CD. Gait & Posture 2006;23:133-141.
- Hessert MJ, Vyas M, Leach J, Hu K, Lipsitz LA, Novak V. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. BMC Geriatrics 2005;5(8):1-8.
- Hong Y, Li JX. Influence of load and carrying methods on gait phase and ground reactions in children's stair walking. Gait & Posture, 2005;22:63-68.
- Knapik J, Harman E, Reynolds K. Load carriage using packs: A review of physiological, biomechanical and medical aspects. Applied Ergonomics 1996;27(3):207-216.
- Kobayashi N, Warab, T, Kato M, Kiriyaama K, Yoshida T, Chiba S. Posterior-anterior body weight shift during stance period studied by measuring sole-floor reaction forces during healthy and hemiplegic human walking. Neuroscience Letter 2006;399:141-146.
- Lai JP, Jones AY. The effect of shoulder-girdle loading by a school bag on lung volume in Chinese pri-

- mary school children. *Early Human Development* 2001;62:79-86.
- Legg S., Ramsey T, Knowles DJ. The metabolic cost of backpack and shoulder load carriage. *Ergonomics* 1992;35(9):1063-1068.
- Macias BR, Murthy G, Chambers H, Hargens AR. Asymmetric loads and pain associated with backpack carrying by children. *J Pediatr Orthop* 2008;28(5):512-517.
- Mackie HW, Legg SJ, Beadle J, Hedderly D. Comparison of four different backpack intended for school use. *Applied Ergonomics* 2003;34:257-264.
- Matsuo T, Hashimoto M, Koyanagi M, Hashizume K. Asymmetric load-carrying in young and elderly women; Relationship with lower coordination. *Gait & Posture* 2008;28(3):517-20.
- Mueller MJ, Strube MJ. Generalizability of in-sole peak pressure measures using the F-scan system. *Clinical Biomechanics* 1996;11(3):159-164.
- Negrini S Negrini A. Postural effects of symmetrical and asymmetrical loads on the spines of school-children. *Scoliosis* 2007;2(8):1-7.
- Park ES, Kim HW, Park CI, Rha DW, Park CW. Dynamic foot pressure measurements for assessing foot deformity in persons with spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:703-709.
- Randolph A, Nelson M, Akkapeddi S, Levin A. Reliability of measurements of pressures applied on the foot during walking by a computerized in-sole sensor system. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:573-578.
- Resch S, Apelqvist J, Stenström A, Åström I. Dynamic plantar pressure measurement in 49 patient with diabetic neuropathy with or without foot ulcers. *Foot and Ankle Surgery* 1997;3:165-174.
- Stuempfle KJ, Drury DG, Wilson AL. Effects of load position on physiological and perceptual responses during load carriage with an internal frame backpack. *Ergonomics* 2004;47(7):784-789.
- van Hedel HJ, Wirz M, Dietz V. Assessing walking ability subjects with spinal cord injury: Validity and reliability of 3 walking tests. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:190-196.
- Weir E. Avoiding the back-to-school backache. *CMAJ* 2002;167(6):669.
- 논문접수일(Date Received) : 2011년 6월 7일  
논문수정일(Date Revised) : 2011년 6월 18일  
논문게제승인일(Date Accepted) : 2011년 6월 21일
-