

선자세 및 보행 시 가방 형태와 무게 변화에 따른 족저압 비교



- 공원태, 이상열¹, 김종휘²
- 구미1대학 물리치료과, ¹김해대학 물리치료과, ²강병원 물리치료실

Comparison of Foot Pressures in Stance and Gait as a Function of Type of Bag Carried and of Changing of Weight

Won-Tae Gong, PT, PhD; Sang-Yeol Lee, PT, MS¹; Joong-Hwi Kim, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, Gumi College; ¹Department of Physical Therapy, Kimhae College; ²Department of Physical Therapy, Kang Hospital

Purpose: Our study sought to investigate differences in plantar foot pressure as a function of type of pack carried and of changing weight during gait and stance.

Methods: Subjects were 40 students with no disabilities. Plantar foot pressure was measured with different types of packs carried and with changing weight of the pack during both gait and stance and while changing feet. During stance while carrying a satchel on the shoulder caused a disproportionate change in plantar foot pressure. An even great imbalance occurred for plantar foot pressure during gait.

Results: Using a satchel can influence diseases such as scoliosis that are caused by unbalanced muscle activation and by a disproportionate distribution of the weight of the body.

Conclusion: Knowing how to use a pack correctly and how to appropriately adjust the weight of bag should be taught.

Keywords: Plantar foot pressure, Type of bag, Changing weight

논문접수일: 2010년 1월 21일

수정접수일: 2010년 3월 21일

게재승인일: 2010년 4월 1일

교신저자: 김종휘, ibobath@hanmail.net

1. 서론

가방을 메고 보행을 할 경우 인체에는 가방의 무게에 의해 신체적 스트레스가 가해지고, 생리적으로 또는 역학적으로 영향을 받아 동적 균형과 자세에 변화가 나타난다.¹⁻³ 성인이 22.5 kg의 배낭을 등에 짰을 때 정상적인 분절간 움직임에 변화가 발생하였음을 보고한 바 있다.⁴

인간은 한쪽에 무게가 가해지면 무의식적으로 자신의 팔을 옆으로 들어 올리거나 동체를 무게가 가해진 반대쪽으로 기울여서 외적인 부하에 대해 평형을 취해 중심선을 기저면 중앙에 위치시키려 한다. 하지만 가방의 무게가 너무 무겁거나, 가방의 형태나 휴대 방식, 가방의 위치가 불량하여 무게를 분산시키지

못 할 경우에 비정상적인 자세를 유발하고, 근골격계에 영향을 주어 통증과 척추 장애를 유발할 수 있다.³ 따라서 물건을 나를 때 무게의 위치에 따라 인체의 분절은 비대칭적으로 정렬을 한다.

어깨에 가해지는 일측성 부하를 통해 몸통과 골반의 움직임에 미치는 영향을 삼차원 운동학적 측면에서 분석한 결과 가방을 옆으로 메고 걸었을 때 무게가 실린 반대쪽으로 유의하게 증가하는 것을 볼 수 있다.⁵

부적절한 보행 동작은 발과 지면의 접촉 시 발생하는 충격을 적절히 흡수하지 못해 인체의 근골격계에 과도한 피로를 유발시켜 부상을 야기시킬 수 있다.^{6,7} 바르지 않은 자세의 보행 패턴은 생리학적 장애를 가져와 근육과 관절에 피로를 주며, 척

추에 반복적인 비정상 충격을 전달하여 척추질환의 직접적인 원인이 되기도 한다.⁸ 이런 부적절한 무게중심의 변화와 충격을 연구하기 위해 족저압을 측정하였는데 족저압은 인체의 균형 정도에 반영하는 하나의 지표로서, 운동 과학의 임상 분야, 연구 분야에서 많은 관심을 갖고 있는 측정 대상 중 하나이며,⁹ 족저압력 분포의 측정을 통해서 발의 각 부위에 전달되는 충격을 자세하게 평가할 수 있을 뿐만 아니라, 이러한 압력 분포의 측정과 분석을 통하여 부상의 진단 및 치료에도 이용될 수 있다.¹⁰

최근 청소년들에서 요통이나 어깨 통증, 경부통 등의 호소와 척추측만증, 후만증 및 전만증과 같은 척추 변형 발생률이 증가하고 있고,¹¹ 가방의 무게나 형태에 따른 사회적 관심도는 높아지고 있다.

하지만 기존의 연구들이 가방을 메었을 때 산소 소모량 비교,^{12,13} 보행 분석,¹⁴ 근전도 분석,¹⁵ 무게 분산에 따른 효과,¹⁶ 발의 비례추진력¹⁷에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 또한 일측성 부하는 에너지 소비^{12,16}에 대한 연구만 있을 뿐 어깨 가방과 등 가방의 비교에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 사람들이 가방을 착용하는 가장 흔한 형태인 어깨 가방과 등 가방에서의 족저압을 비교하여 어떤 가방 메기 방법이 인체에 덜 해로운가를 알아보는 데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 D대학에 재학 중인 학생들 중 실험에 대해 충분히 설명을 듣고 이 연구에 참여하고자 자발적으로 서면 동의서를 제출한 남·녀 각각 20명씩 40명의 건강한 학생들을 연구 대상으로 선정하였으며 제외 기준은 정상적인 보행에 영향을 줄 정형 외과적, 신경 외과적인 질환이 있거나, 기능적, 해부학적인 하지 길이 차이가 있거나, 주3회 이상의 규칙적인 운동을 행하는 자는 제외하였으며 대상자의 그룹별 분류는 무작위로 진행되었다.

2. 측정도구

양발로 선자세 시 그리고 보행 시 입각기의 한발 지지기 동안 발에서의 족저압을 측정하기 위하여 Zebris FDM-T Treadmill (Zebris, 독일)을 이용하였다. FDM-T Treadmill은 센서가 부착된 Treadmill과 자료를 전송 받아 분석하는 소프트웨어로 이루어져 있고 조작성이 쉬우며 신발을 벗거나 신었을 때뿐만 아니라 좌·우 발의 입각기, 압력 중심, 압력 분포, 힘 등을 자동으로 분석한다.

3. 실험 절차 및 방법

본 연구에서는 가방을 메는 방법에 따라 등 가방을 맨 그룹과 오른쪽 어깨에 어깨 가방을 맨 두 그룹으로 나누어 실험을 실시하였다.

각각 그룹은 가방을 메지 않은 상태와 가방의 무게를 2, 5, 10, 15 kg로 주었을 때, 총 5가지 경우에 stance, gait의 족저압을 제 1지절간 관절(p1), 제 1 중족지절관절(p2), 제 2 중족지절관절(p3), 제 3 중족지절관절과 제 4 중족지절관절 중간점(p4), 제 5 중족지절관절(p5), 입방골(p6), 종골(p7)의 7개 지점에서 측정하였다(Figure 1).

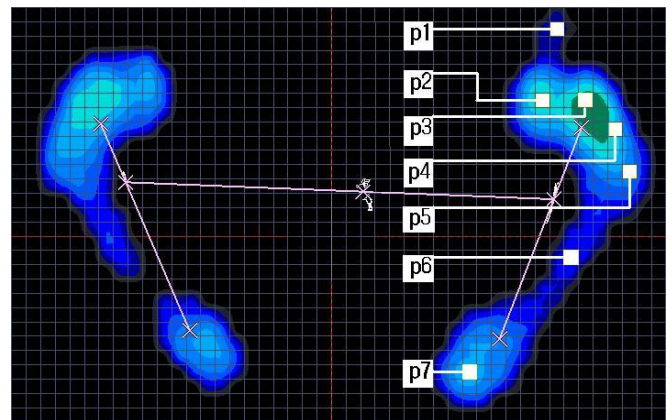


Figure 1. 7 area of foot plantar pressure.

선자세 시의 측정은 Winter¹⁸가 정적 압력 중심을 측정할 때 초기 20초간의 자료는 분석대상에서 제외하는 것이 일반적이라 하여 본 연구에서도 위의 실험장비가 선자세 측정 시간이 10초로 정해져 있기 때문에 30초 동안 측정하여 20초는 기록하지 않는 방식을 적용하였으며, 시선은 정면을 향하게 하고 양팔은 편안하게 유지하도록 하였다.

보행에서의 측정은 보행을 하기 전 가방의 무게에 익숙한 보행을 이끌어내기 위해 측정 전 5분 정도를 걷게 하였으며, 피실험자의 시선은 정면을 향하게 하고 양팔은 가볍게 흔들 것을 지시하였다.

선자세 시 및 보행 시 족저압 측정 중 피실험자의 동요를 방지하기 위해 레코딩의 시작과 끝은 대상자에게 알리지 않았다. 그리고 트레드밀에 대한 거부감을 줄이기 위해 양말을 신게 하였으며 긴 바지는 발목까지 밑단을 걷어 올려 기록에 방해가 되지 않게 하였다.

위와 같은 방법으로 실험 대상자 1명당 1가지의 가방 형태로 무게를 달리하여 총 선자세 측정 5회, 보행측정 5회씩 실시하였으며, 피로감을 줄이기 위해 가방의 무게를 높일 때마다 2분간의 휴식 시간을 주었다. 또 보행의 속도는 개인차를 감안하여 2.5 km/h로 하였다.

Table 1. The comparison of the foot plantar pressure on stance with back pack (Unit: N/cm²)

| Area | 0 kg | 2 kg | 5 kg | 10 kg | 15 kg | F | p |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|
| Rt p1 | 2.04±1.99 | 2.43±1.84 | 2.13±1.60 | 2.73±2.14 | 3.19±2.14 | 1.03 | 0.42 |
| Rt p2 | 4.46±2.33 | 4.71±2.84 | 5.14±2.88 | 5.16±3.71 | 5.54±3.91 | 2.04 | 0.13 |
| Rt p3 | 6.49±2.15 | 6.46±1.60 | 6.36±1.85 | 6.56±1.84 | 6.04±2.17 | 0.87 | 0.48 |
| Rt p4 | 5.73±1.53 | 5.74±1.41 | 5.61±1.80 | 5.76±1.84 | 5.56±2.06 | 0.31 | 0.86 |
| Rt p5 | 3.81±1.73 | 3.79±1.95 | 3.63±1.94 | 4.18±2.38 | 3.78±2.25 | 1.13 | 0.34 |
| Rt p6 | 2.63±2.13 | 2.71±2.04 | 2.56±2.38 | 2.89±2.50 | 2.74±2.23 | 0.41 | 0.79 |
| Rt p7 | 10.71±4.04 | 11.09±4.43 | 11.81±4.89 | 12.61±5.03 | 14.36±5.52 | 15.88 | 0.00* |
| Lt p1 | 2.31±1.91 | 2.63±2.37 | 2.48±1.89 | 2.94±2.33 | 3.18±2.07 | 1.90 | 0.15 |
| Lt p2 | 4.63±3.59 | 5.06±4.00 | 5.38±4.14 | 5.88±5.65 | 5.89±4.29 | 3.44 | 0.03* |
| Lt p3 | 5.78±1.90 | 6.06±1.61 | 6.11±1.78 | 6.29±1.77 | 6.31±1.49 | 0.80 | 0.52 |
| Lt p4 | 5.66±2.12 | 5.36±1.79 | 5.31±1.63 | 5.78±1.79 | 5.21±1.57 | 1.25 | 0.29 |
| Lt p5 | 3.98±2.83 | 4.09±2.63 | 3.61±2.60 | 3.94±2.85 | 3.39±1.99 | 0.48 | 0.74 |
| Lt p6 | 2.63±2.37 | 2.84±2.38 | 2.56±2.14 | 3.05±3.63 | 2.53±2.44 | 0.62 | 0.65 |
| Lt p7 | 10.09±3.68 | 10.44±4.11 | 11.36±4.32 | 11.98±5.00 | 13.94±5.86 | 5.97 | 0.00* |

Mean±SD

* Statistically significant with $p < 0.05$

4. 자료분석

자료처리는 SPSS(window version 12.0)으로 하였으며 가방 무게에 따른 족저부의 각 영역별 족저압 유의성을 알아보기 위하여 반복측정 분산분석을 하였으며 대상자의 특성에 대한 동질성 검정에서 성별은 카이스퀘어 검정으로 연령, 신장, 체중은 독립 표본 T검정으로 하였으며, 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 40명으로 연령은 19세에서 27세 이었으며 평균 연령은 21.00±0.29(평균±표준오차)세이었고, 평균 신장은 166.22±2.89 cm이었고, 평균 체중은 64.45±3.35 kg이었다. 신장, 체중에 대한 독립 표본 t-검정에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으나($p > 0.05$) 연령에 대한 차이는 있었다($p < 0.05$).

2. 등 가방 착용 후 선자세 시 무게에 따른 족저압 비교

등 가방 착용 후 선자세 시 무게에 따른 우측 족저의 각 영역별 압력을 비교한 결과 p7부위에서 등 가방의 무게에 따른 유의성이 있었고, 좌측 족저의 각 영역별 압력 비교에서는 p2와 p7부위에서 등 가방의 무게에 따른 유의성이 있었다(Table 1).

3. 등 가방 착용 후 보행 시 무게에 따른 족저압 비교

등 가방 착용 후 보행 시 무게에 따른 우측 족저의 각 영역별 압력을 비교한 결과 p1, p3와 p7부위에서 등 가방의 무게에

따른 유의성이 있었고, 좌측 족저의 각 영역별 압력 비교에서는 p2, p3, p7부위에서 등 가방의 무게에 따른 유의성이 있었다(Table 2).

4. 어깨 가방 착용 후 선자세 시 무게에 따른 족저압 비교

어깨 가방 착용 후 선자세 시 무게에 따른 우측 족저의 각 영역별 압력을 비교한 결과 p2, p3, p7부위에서 어깨 가방의 무게에 따른 유의성이 있었고, 좌측 족저의 각 영역별 압력 비교에서는 p3 부위에서 어깨 가방의 무게에 따른 유의성이 있었다(Table 3).

5. 어깨 가방 착용 후 보행 시 무게에 따른 족저압 비교

어깨 가방 착용 후 보행 시 무게에 따른 우측 족저의 각 영역별 압력을 비교한 결과 p1, p3, p6, p7부위에서 어깨 가방의 무게에 따른 유의성이 있었고, 좌측 족저의 각 영역별 압력 비교에서는 p1, p2, p3, p5, p7부위에서 어깨 가방의 무게에 따른 유의성이 있었다(Table 4).

IV. 고찰

신체 무게 중심의 위치는 어떠한 움직임에 대해서도 항상 변화한다. 신체는 무게 중심을 항상 바닥에서 수직축 상에 유지하려고 하는 조절 기능을 가지고 있다. 어떤 짐을 들고 이동할 때 무게 중심은 물건을 옮길 때마다 자동으로 균형을 유지하며 이동한다.

이러한 자율적인 자세 조절은 두 가지 기전에 의하여 이루어지는데, 첫째는 상체의 재정렬을 통해서이고, 둘째는 바닥에

Table 2. The comparison of the foot plantar pressure on gait with back pac (Unit: N/cm²)

| Area | 0 kg | 2 kg | 5 kg | 10 kg | 15 kg | F | p |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|
| Rt p1 | 7.23±3.98 | 6.91±4.74 | 7.10±5.13 | 7.87±4.84 | 9.12±5.70 | 3.89 | 0.00* |
| Rt p2 | 6.52±2.65 | 6.96±3.18 | 7.10±2.87 | 7.90±3.57 | 8.39±4.13 | 1.85 | 0.16 |
| Rt p3 | 8.84±2.07 | 9.68±2.41 | 9.77±2.03 | 10.19±2.35 | 10.79±2.36 | 4.45 | 0.01* |
| Rt p4 | 8.40±2.53 | 8.12±2.55 | 8.24±2.53 | 8.69±2.50 | 8.84±2.54 | 2.05 | 0.13 |
| Rt p5 | 7.41±2.35 | 6.98±2.91 | 7.18±2.55 | 7.11±2.12 | 7.46±2.70 | 0.74 | 0.57 |
| Rt p6 | 6.66±2.74 | 7.10±3.38 | 7.75±4.14 | 8.16±4.52 | 7.76±3.26 | 2.40 | 0.09 |
| Rt p7 | 13.15±2.49 | 13.98±2.83 | 13.96±2.79 | 15.07±2.94 | 16.01±2.77 | 10.98 | 0.00* |
| Lt p1 | 6.43±3.74 | 6.85±3.00 | 6.63±3.48 | 7.54±3.60 | 8.12±3.63 | 1.06 | 0.40 |
| Lt p2 | 7.34±4.40 | 7.89±4.27 | 8.33±4.67 | 8.97±6.00 | 9.43±5.87 | 4.00 | 0.01* |
| Lt p3 | 8.79±2.35 | 9.38±2.56 | 9.76±2.33 | 10.30±2.49 | 11.31±2.31 | 7.86 | 0.00* |
| Lt p4 | 7.68±2.04 | 7.65±2.19 | 7.84±2.14 | 8.09±2.44 | 8.78±2.41 | 1.85 | 0.16 |
| Lt p5 | 7.00±2.45 | 6.53±2.09 | 6.70±2.02 | 6.40±1.52 | 6.92±1.78 | 2.11 | 0.12 |
| Lt p6 | 6.35±2.83 | 6.21±2.41 | 7.12±4.53 | 7.51±5.10 | 7.81±5.66 | 0.63 | 0.64 |
| Lt p7 | 13.88±3.34 | 14.60±2.96 | 14.81±3.28 | 16.08±3.59 | 16.59±3.85 | 0.43 | 0.04* |

Mean±SD

* Statistically significant with p<0.05

Table 3. The comparison of the foot plantar pressure on stance with shoulder pack (Unit: N/cm²)

| Area | 0 kg | 2 kg | 5 kg | 10 kg | 15 kg | F | p |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|
| Rt p1 | 2.58±2.63 | 2.19±2.23 | 2.93±2.46 | 3.24±2.98 | 3.13±1.97 | 1.88 | 0.16 |
| Rt p2 | 5.08±2.35 | 4.84±2.31 | 5.26±3.17 | 5.51±3.02 | 6.04±3.53 | 3.10 | 0.02* |
| Rt p3 | 6.46±2.34 | 6.06±2.17 | 7.03±2.72 | 7.23±3.00 | 7.01±2.82 | 3.36 | 0.03* |
| Rt p4 | 5.81±1.95 | 5.51±1.67 | 5.73±1.73 | 6.11±1.62 | 5.91±1.45 | 2.64 | 0.07 |
| Rt p5 | 3.86±1.79 | 3.38±1.97 | 3.38±1.86 | 3.33±1.86 | 3.78±2.10 | 2.23 | 0.11 |
| Rt p6 | 2.90±2.11 | 2.59±1.87 | 2.79±1.71 | 3.09±1.98 | 3.71±2.37 | 1.15 | 0.37 |
| Rt p7 | 10.14±3.89 | 11.89±4.71 | 13.14±5.17 | 16.06±6.83 | 19.51±8.15 | 15.37 | 0.00* |
| Lt p1 | 2.04±2.00 | 1.78±1.89 | 2.18±2.03 | 1.98±1.73 | 0.89±1.53 | 3.01 | 0.05 |
| Lt p2 | 4.08±3.62 | 4.48±3.57 | 3.79±3.25 | 3.34±3.49 | 2.83±2.79 | 2.79 | 0.06 |
| Lt p3 | 6.01±2.77 | 5.64±1.98 | 5.39±2.65 | 4.93±2.65 | 4.31±2.53 | 6.78 | 0.00* |
| Lt p4 | 5.58±2.76 | 5.23±1.83 | 5.33±2.17 | 4.84±2.26 | 4.11±2.19 | 2.84 | 0.06 |
| Lt p5 | 3.68±1.80 | 3.54±1.48 | 3.13±1.56 | 3.73±2.66 | 3.34±2.08 | 2.07 | 0.13 |
| Lt p6 | 2.14±1.85 | 2.29±1.58 | 2.11±1.78 | 2.38±2.51 | 1.78±1.81 | 1.97 | 0.14 |
| Lt p7 | 11.01±4.12 | 11.43±3.71 | 11.44±4.18 | 10.28±2.87 | 11.56±5.54 | 1.23 | 0.30 |

Mean±SD

* Statistically significant with p<0.05

Table 4. The comparison of the foot plantar pressure on gait with shoulder pack (Unit: N/cm²)

| Area | 0 kg | 2 kg | 5 kg | 10 kg | 15 kg | F | p |
|-------|----------|----------|-----------|----------|----------|------|-------|
| Rt p1 | 5.38±53 | 5.77±82 | 5.98±32 | 6.60±42 | 8.21±90 | 4.73 | 0.00* |
| Rt p2 | 7.36±42 | 7.83±54 | 7.85±42 | 8.66±59 | 8.44±23 | 2.40 | 0.06 |
| Rt p3 | 9.73±68 | 9.92±51 | 10.43±223 | 10.93±19 | 11.42±38 | 4.00 | 0.02* |
| Rt p4 | 8.50±27 | 8.33±11 | 8.47±89 | 8.65±41 | 8.68±42 | 0.53 | 0.71 |
| Rt p5 | 6.15±51 | 5.83±31 | 5.80±97 | 5.98±19 | 6.12±12 | 0.79 | 0.54 |
| Rt p6 | 6.80±09 | 6.70±17 | 7.12±84 | 7.52±69 | 8.56±57 | 5.83 | 0.00* |
| Rt p7 | 13.50±50 | 14.34±08 | 14.34±27 | 14.88±53 | 15.41±64 | 6.84 | 0.00* |
| Lt p1 | 5.62±96 | 5.70±20 | 6.42±42 | 8.08±64 | 9.86±54 | 7.20 | 0.00* |
| Lt p2 | 7.73±59 | 8.49±43 | 8.51±26 | 10.29±13 | 10.42±13 | 4.60 | 0.01* |
| Lt p3 | 9.65±66 | 10.15±29 | 10.26±46 | 9.85±29 | 10.85±37 | 7.59 | 0.00* |
| Lt p4 | 7.93±54 | 8.25±68 | 8.13±72 | 7.75±06 | 8.23±51 | 0.54 | 0.70 |
| Lt p5 | 5.61±91 | 5.88±17 | 5.91±51 | 5.59±19 | 6.42±41 | 2.99 | 0.02* |
| Lt p6 | 5.76±50 | 5.62±36 | 6.18±82 | 6.23±51 | 6.35±32 | 1.52 | 0.20 |
| Lt p7 | 14.40±75 | 15.42±10 | 15.71±01 | 16.72±99 | 17.66±20 | 8.72 | 0.00* |

Mean±D

*: Statistically significant with p<0.05

디디는 압력 중심의 변화를 통해서이다. 한쪽 손에 짐을 들면 신체는 바닥에서 무게 중심의 위치를 좀 더 중앙의 수직축으로 이동시키기 위하여 척추를 한쪽으로 굽히면서 몸통, 팔, 머리 등의 상체를 짐의 반대편으로 이동시킨다. 무게 중심을 수직축으로 접근시키기 위하여 신체를 재정렬하는 것이다.

만약에 짐을 한쪽에서만 들고 이동한다면 신체는 무게 중심을 중앙으로 가져가기 위하여 척추를 더 많이 옆으로 굽혀야 한다. 이러한 상태는 짐이 더 무거울수록, 짐이 몸의 중심에서 더 멀리 위치할수록 더 심해진다. 마찬가지로, 자세 정렬을 위하여 근육들은 더 많은 운동 에너지를 필요로 한다. 특히 골격 구조의 변화가 심한 사춘기 때의 이러한 스트레스는 척추측만증을 야기할 수도 있다. 또한 뒤쪽으로 지나치게 무거운 가방을 메는 경우 상대적으로 목이 앞으로 쏠리는 거북목 증후군을 유발할 수 있다.

본 연구에서는 가방 휴대 방법과 무게에 따른 족저압 변화 양상을 토대로 보행에서의 균형을 알아보기 위해 back bag을 맨 그룹과 어깨 가방을 맨 그룹 두 분류로 나눠서 실험을 하였다. 가방의 무게는 0, 2, 5, 10, 15 kg으로 주었다.

족저압 측정 시 압력 중심의 전, 후, 내, 외측 이동에 대한 특징은 균형 능력을 해석하는 중요한 변수로써, 족저압 분포의 변화를 반영한다. 보행 시 입각기 동안에 족저압 중심(COP)의 이동 경로를 관찰하면 피검자의 균형이나 보행 패턴 등을 평가할 수가 있다.¹⁹

Jo²⁰는 가방의 무게가 증가함에 따라 보폭도 유의하게 커진다고 하였다. 본 연구에서는 측정 지표로 족저압만을 다루었기 때문에 보폭의 변화는 알 수 없으나 back bag 착용 시 10 kg에서 15 kg의 무게 변화가 이루어졌을 때의 족저압의 차이가 5 kg에서 10 kg의 무게 변화가 이루어졌을 때의 족저압의 차이보다 작은 것으로 보아 가방의 무게로 인한 불균형이 나타나는 무게는 5~10 kg사이라고 할 수 있겠다. 어깨 가방 적용 시에는 5 kg의 무게에도 좌우측 족저의 불균형이 유의하게 나타났다. 어깨 가방이 등 가방보다 적은 무게로 인체의 불균형을 나타내는 것으로 보인다.

Crowe와 Samson²¹에 따르면 가방의 무게가 몸무게의 최대 15%가 넘지 않아야 무게 분산이 효과적으로 이루어진다고 하였다. Park¹⁹은 체중의 15% 정도의 일반적인 무게인 0.5 kg, 1 kg, 1.5 kg, 2 kg, 2.5 kg, 3 kg, 3.5 kg, 4 kg로 가방에 무게 차이를 주어 족저압의 변화를 관찰한 결과 발의 특정 영역에서 압력 증가, 족저압과 힘-시간 적분값, 비례 추진력의 조건 간 차이가 유의하게 나타나기는 했지만 공식화하기에는 무리가 있을 정도로 불규칙적으로 나타났으며, 좌우측 발 사이의 비대칭적 변화도 뚜렷하게 나타나지 않음을 관찰하였다. 위 연구에서 가방의 무게를 인체가 무게 분산을 효과적으로 할 수 있는 체

중의 15%이하 무게만을 적용하였다는 것에 착안하여 본 연구에서는 가방의 무게 분산이 효율적으로 나타나지 않는 경우에 초점을 두어 15% 이하와 15% 이상의 무게를 가방에 적용해 실험을 진행하였다. 본 연구도 위의 Park¹⁹의 연구 결과와 같이 등 가방을 메고 선자세 시와 어깨 가방을 메고 선자세 시 가방의 무게 변화에 따라 특정 지점에서 족저압이 유의함을 가지며 증가하였다. 이것은 가방의 무게가 인체의 후방 또는 측방에 부하를 증가시켰기 때문이며 어깨 가방을 메고 선자세 시에는 가방을 메지 않은 쪽의 족저압이 줄어들었고 등 가방을 메고 선자세 시에는 전족부의 족저압의 줄어들지 않았다. 여기서 가방의 무게 증가는 인체 족저압의 불균형을 나타내지만 등 가방보다 어깨 가방에서 현저하게 나타나는 것을 알 수 있다.

Han 등²²은 성인의 평지 보행 시 압력 중심 이동 경로는 발뒤꿈치에서부터 시작해 전족부를 거쳐 엄지발가락으로 이동하는 것을 관찰하였다. 이는 정상 보행 시의 한발 지지기 시 족궁내를 제외하고 족저압이 가장 크게 나타나는 지점들과 일치한다. 본 실험에서의 등 가방을 메고 보행 시와 어깨 가방을 메고 보행 시에서도 족저 압력 중심의 이동 경로가 통과하는 지점에서 가방의 무게에 따른 족저압의 변화가 유의하게 나타났으나 어깨 가방을 메고 보행 시 우측 족저의 외측지점과 좌측 족저의 외측지점에서 무게 변화에 따른 족저압의 유의함이 보였다. 전자는 가방을 오른쪽 어깨에 매었기 때문에 가방의 무게에 따른 부하 증가에 의한 것으로 보이며 후자는 보행 시 반대측(가방을 맨 측)의 하강을 방지하고 압력 중심이 족부 내에 위치하도록 하기 위한 보상 작용이 나타난 것으로 생각된다.

본 연구를 통해서 등 가방보다는 어깨가방에서 무게에 따른 족저압의 차이가 크고 또한 선자세 시 보다 보행시 더 큰 차이가 있었기에 보행시 5 kg 이상의 무게를 운반시 등 가방보다는 어깨가방을 이용하는게 바람직함을 알 수 있었다. 하지만 가방의 형태와 무게에 따른 좌·우 족저압의 차이를 알아보지 못한 것은 본 연구의 제한점이라 할 것이며 향후 가방의 형태와 무게에 따른 좌·우 족저압의 차이뿐만 아니라 측만증과 같은 구조적 기능적 문제를 내포한 환자들을 대상으로도 연구가 진행되었으면 한다.

V. 결론

본 연구의 결과에 따르면 등 가방과 어깨 가방을 착용하였을 때 무게에 따라 정도에 차이가 있을 뿐 두 가지 가방형태 모두 족저압에 변화를 일으킨다. 즉, 인체의 무게 중심점의 이동에 큰 영향을 주지 않는 무게라면 큰 문제가 되지 않지만 무게 중심점의 이동을 현저히 유발시키는 가방의 무게는 인체의 변형

을 초래할 수 있다. 또한 선자세 시보다 보행 시에는 하지 가속도의 영향으로 더 많은 변화를 보인다. 그리고 과도한 무게의 어깨 가방을 착용하면 등 가방을 착용 하였을 때보다 작은 가방 무게로도 무게 중심점이 크게 이동하고 인체에서 관찰되지 않는 측만증이 나타날 수 있어 어깨 가방은 피해야 할 것이다.

앞으로의 연구에서는 다양한 착용법을 제시하고 무게 변화를 개인의 몸무게에 대한 비율을 사용하여 부하를 가하고 다양한 측정 도구로 가방 휴대 방법에 따른 인체의 변화를 다각도로 관찰하는 것이 필요할 것으로 생각한다.

Author Contributions

Research design: Gong WT

Acquisition of data: Lee SY

Analysis and interpretation of data: Gong WT

Drafting of the manuscript: Lee SY

Research supervision: Kim JH

참고문헌

- Kim CK, Shin DM. Kinematic analysis of book bag weight on gait cycle and posture of youth. *Journal of sport and leisure studies*. 1995;3(1):175-85.
- Oh JH, Choi SN. Effects of the length of schoolbag string on gait posture. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2007;30:619-29.
- Matsuo T, Hashimoto M, Koyanagi M et al. Asymmetric load-carrying in young and elderly women; Relationship with lower coordination. *Gait Posture*. 2008;28(3):517-20.
- Vacheron JJ, Poumartat G, Chandezon R et al. Changes of contour of the spine caused by load carrying. *Surg Radiol Anat*. 1999;21(2):109-13.
- An JS. The effects of asymmetric load of shoulder bag on trunk and pelvis movement patterns of normal adult during gait. Yonsei University. Dissertation of Master's Degree. 2006.
- Lee SY, Bae SS. The studies on the foot stability and kinesiology by direction of carry a load during gait. *J Kor Soc Phys Ther*. 2009;21(2):97-101.
- Nigg BM, Bahlsen HA, Luethi SM et al. The influence of running velocity and midsole hardness on external impact forces in heel-toe running. *J Biomech*. 1987;20(10):951-9.
- Holewijn M. Physiological strain due load carrying. *Eur J Appl Physiol*. 1990;61(3-4):237-45.
- Lee SY, Chang JS, Lee MH. The effects of plantar foot pressure and EMG activation of neck, lumbar and low limbs by using carrier during walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2009;19(2):237-44.
- Lee JS, Kim YJ, Park SB. A study of in-sole plantar pressure distribution in functional tennis shoes. *Korean Journal of sport Biomechanics*. 2004;14(3):99-118.
- Lee EJ, Kang YS, Kim KH et al. The investigation of spinal deformity in Korean elementary school students. *The Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. 2004;28(1):83-7.
- Evans OM, Zerbib Y, Faria MH et al. Physiological response to load holding and load carriage. *Ergonomics*. 1983;26(2):161-71.
- Kirk J, Schneider DA. Physiological and perceptual response to load carrying in female subjects using internal and external frame backpack. *Ergonomics*. 1992;35(4):445-55.
- Bloom D, Woodhull-Mcneal AP. Postural adjustments while standing with two types of loaded backpack. *Ergonomics*. 1987;30(10):1425-30.
- Bobet J, Norman RW. Effects of load placements on back muscle activity in load carriage. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1984;53(1):71-5.
- Legg SJ, Mathanthy A. Comparison of five modes of carrying a load close to the trunk. *Ergonomics*. 1985;28(12):1653-60.
- Park SJ, Kim MH, Kim JS. Changes of relative impulse of foot on carrying 5 types of schoolbag during level walking. *J Kor Soc Phys Ther*. 2009;21(3):61-8.
- Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*. 1995;3(4):193-214.
- Park SJ. The analysis the changes of foot pressure by various carrying a pack methods during walking. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2008.
- Jo SC. Effects of backpack weight on elementary school boy's walking. *The Korean Journal of Sports Medicine*. 2001;19(2):303-10.
- 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(2-3):357-65.
- Han JT, Kim K, Lim SG. Comparison of plantar foot pressure and shift of COP among level walking stairs and slope climbing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2008;18(4):59-65.