

숄더백착용에 따른 척추자세의 생체역학적 변화

Biomechanical changes on spinal posture under shoulder-bag

박 용 현, 김 영 관, 신 준 호, 김 윤 혁
경희대학교 기계공학과

Yong Hyun Park, Young-Kwan Kim, Jun Ho Shin,
Yoon Hyuk Kim
Department of Mechanical Engineering, School
of Engineering, Kyung Hee University

요약

숄더백과 백팩을 멜 때의 척추자세의 변화양상이 각각 다름에도 불구하고 백팩에 비해 숄더백을 멜 때의 인체자세 변화에 대한 생체역학적 연구는 부족하다. 본 연구의 목적은 숄더백을 멜 때 무게증가에 따라 몸통자세의 변화양상을 분석하는 것이다. 몸통자세의 변화를 측정하기 위하여 3차원 동작분석시스템을 사용하였고, 가방무게는 3가지 조건(5, 10, 15 kg)과 통제조건(0 kg)으로 정하였다. 실험 결과 몸통전방기울기와 몸통측방기울기는 무게가 증가함에 따라 유의하게 증가하였다. 요추의 수평면상 축회전이 무게가 증가함에 따라 반시계 방향으로 유의하게 증가하였다. 흉추에서는 무게 증가에 따른 움직임의 변화가 유의하게 나타나지 않았다. 이러한 결과는 숄더백을 멜 때 척추자세 변화가 요추와 흉추에서 다르게 나타남을 의미한다. 본 연구에서 제시된 생체정보 분석기술은 일상생활에서의 인체정보 콘텐츠를 축적하는데 매우 유용할 것으로 기대 된다.

I. 서론

무거운 가방을 한쪽 어깨에 멜 때 인체 자세와 보행패턴의 변화가 나타난다. 이러한 변화상태가 지속될 경우 척추변형이나 허리 통증의 원인으로 작용한다[1]. 따라서 무거운 가방을 멜 때 인체 자세가 어떻게 변화하는지에 대한 이해는 인체 근골격계 질환의 진단과 치료에 있어 객관적 근거를 제공할 수 있다.

양어깨로 메는 백팩과 한쪽어깨로 메는 숄더백의 사용에 따른 인체 자세 변화는 각각 다르다. 그러나 숄더백 사용의 인체영향평가 연구는 백팩 사용의 영향평가 연구에 비해 그 수가 부족하다. 이전 연구에서는 가방을 한쪽 어깨에 멜 경우, 비대칭적 부하를 보상하기 위해 몸통의 측방기울기가 나타나고, 엉덩관절의 내전모멘트가 증가한다고 보고 하였으며[2], 또 가방을 멘 반대측 근육들에서 근수축이 크게 발생한다고 하였다.

기존 연구에서는 몸통분절이 하나의 강체로 정의된 모델을 사용하여 몸통의 움직임을 연구하였다. 하지만 본 연구에서는 흉추와 요추부위로 구분되어진 모델을 사용하여 몸통의 움직임을 분석하였다. 또한 숄더백의 무게 증가에 따른 변화양상을 분석하였다. 이러한 몸통자세 분석은 궁극적으로 숄더백의 착용이 요통과 같은 척추관절의 만성질환에 미치는 영향을 연구하는데 기초자료가 될 수 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 피험자

피험자는 근골격계 질환이 없는 대학생 남자 중에서 체중이 70 kg 내외인 10명이었고, 평균 체중(70.6 kg± 3.97

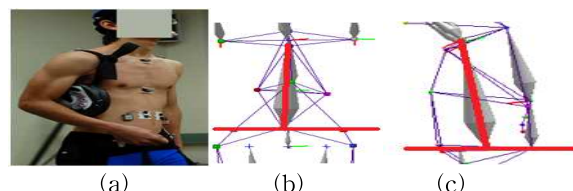
kg)과 부하의 크기에 대한 비율이 같도록 선정하였다.

2. 장비

동작 분석을 위해 8대의 적외선 카메라로 구성된 3차원 동작분석시스템(Hawk® System, Motion Analysis System, USA)을 이용하여 신체에 부착된 반사마커 데이터를 획득하였다(100Hz 획득률). 피험자는 하지 및 골반에 21개 반사마커와 몸통에 16개의 반사마커를 부착하였다. 자세변인들을 산출하기 위해 반사마커를 이용하여 몸통 분절을 정의하였다[3]. 본 연구에서는 일반가방을 사용할 경우 반사마커가 가려지는 문제를 해결하기 위해서 가방을 웨이트 트레이닝 운동기구인 덤벨 디스크로 대체하였다(그림.1). 가방무게는 5 kg, 10 kg, 15 kg 그리고 0 kg(통제조건)으로 정의되었다.

3. 실험 순서

10명의 피험자는 4가지 실험 조건(3가지 무게와 통제조건)을 임의 순서로 반복하여 수행하였다. 피험자는 하지 및 골반에 21개 반사마커와 몸통에 16개의 반사마커를 부착하고 30초간 바로 선 자세와 보행동작을 분석하였다.



▶▶ 그림 1. (a) 한쪽 가방메기의 실험 장면, (b) 몸통측방기울기, (c) 몸통전방기울기

가방매기 방법은 한쪽 어깨(오른쪽)로만 하중을 지탱하는 방법이었다. 피험자가 하중을 매지 않고 선 자세를 30초간 측정한 후 통제조건(0 kg)이라 정의하였다. 세 가지 하중 조건은 무작위로 배정하여 무게에 의한 피로도의 영향을 배제하였다. 바닥에 발뒤꿈치 위치를 표시하여 바로 선 자세의 발 위치를 일정하게 위치시킬 수 있도록 하였고, 전방에 표식을 설치하여 시선도 고정시킬 수 있도록 하였다.

4. 데이터 분석

3차원 동작분석 프로그램(Cortex® ver.1.3, Motion Analysis System, Santa Rosa, CA, USA)과 수치해석 프로그램(MATLAB R2009a, The MathWorksTM, MA, USA)을 이용하여 인체분절각을 계산하였다. 바로 선 자세에서의 1) 몸통전방기울기, 2) 몸통측방기울기, 흉추와 요추의 3) 수평면축회전 및 4) 측방기울기를 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 몸통전방기울기와 몸통측방기울기

몸통전방기울기는 각각 $1.02 \pm 2.43^\circ$ (5 kg), $2.75 \pm 2.34^\circ$ (10 kg), $7.23 \pm 7.75^\circ$ (15 kg) 로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 하지만, 사후분석결과 각 하중조건 별로 평균값의 유의한 차이가 없었다. 몸통측방기울기는 무게가 증가할수록 하중 반대 방향으로 측방기울기가 유의하게 증가하였다($p < 0.01$). 사후분석 결과 15 kg 무게를 들 때의 몸통측방기울기값이 통제조건(0 kg) ($p < 0.01$)과 5 kg의 무게조건($p < 0.05$)일 때의 값들보다 유의하게 크게 나왔다. 또한 10 kg일 때의 평균값은 통제조건 값보다 유의하게 컸으나($p < 0.01$), 다른 조건(5, 15 kg)의 평균값들과 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

2. 요추와 흉추의 수평면 축회전 및 측방기울기

몸통의 수평면 축회전과 측방기울기는 수평면과 관상면에서 골반선, 요추선, 어깨선을 이용하여 분석되었다. 결과는 통제조건을 기준으로 실험 조건 별 변화각으로 표시하였다. 수평면 상에서 골반선을 기준으로 한 요추분절의 축회전은 반시계 방향의 회전을 양의 값으로 표시하였다. 무게가 증가함에 따라 $2.19 \pm 1.46^\circ$ (5 kg), $3.65 \pm 1.95^\circ$ (10 kg), $4.66 \pm 0.99^\circ$ (15 kg)로 반시계 방향으로 회전하며 유의한 변화를 나타냈다($p < 0.01$). 수평면 상에서 요추선을 기준으로 한 흉곽분절의 측방기울기는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 또한 관상면 상에서 골반선을 기준으로 요추분절의 기울기, 요추선을 기준으로 한 흉곽분절의 기울기 모두 무게에 따라 유의한 차이가 없었다.

표 1. 솔더백 착용 시 가방무게 증가에 따른 몸통 전방기울기(TFL)와 측방기울기(TLL)

	5 kg	10 kg	15 kg
TFL*	1.02 ± 2.43	2.75 ± 2.34	7.23 ± 7.75
TLL*	1.03 ± 1.26	2.24 ± 1.53	$3.13 \pm 2.50^\dagger$

(+): 하중을 멘 반대 방향; * 무게증가에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보임($p < 0.05$), † 0 kg과 5kg 조건의 평균값과 통계적으로 유의한 차이를 보임($p < 0.05$).

IV. 결론

본 연구는 몸통을 흉추와 요추로 구분하여 정의한 모델을 이용하여 몸통의 움직임과 흉추, 요추분절의 움직임을 세분화하여 분석하였다.

솔더백의 무게가 증가할 때 몸통전방기울기와 측방기울기는 모두 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 몸통의 움직임은 요추와 흉추에서 서로 다른 움직임의 결과로 나타났다. 무게 증가에 따른 요추부의 변화는 수평면상의 축회전에서 유의하게 변화하였다. 흉추부의 움직임은 유의한 변화는 나타나지 않았다. 이러한 요추와 흉추의 움직임의 차이는 외부하중에 따른 척추의 복합적 자세변화의 결과이고 자세변화 평가 시 반드시 고려되어야 할 것으로 판단된다.

■ 후 기 ■

본 연구는 기초기술연구회의 재원으로 2009 국가 아젠다 사업(National Agenda Project)의 지원(P-10-JC-LU41) 및 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었음.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Smith, B., et al., "Influence of carrying a backpack on pelvic tilt, rotation, and obliquity in female college students," *GaitPosture*, vol.23, no.3, pp.263-267, 2006.
- [2] Devita P, et al., "Effects of asymmetric load carrying on the biomechanics of walking. *J Biomech*, vol. 24, pp.1119 -1129, 1991.
- [3] Sohn, R. H., et al., "The Comparison of Overground Walking and Treadmill Walking According to the Walking Speed: Motion Analysis and Energy Consumption," *J. of Biomed. Eng. Res.*, vol.30, no.3, pp.226-232, 2009.
- [4] Devroey, C., et al., "Evaluation of the effect of backpack load and position during standing and walking using biomechanical, physiological and subjective measures," *Ergonomics*, vol.50, no.5, pp.728-742, 2007.