Journal of Biomedical Engineering Research 42: 225-231 (2021)
http://dx.doi.org/10.9718/JBER.2021.42.5.225

학 술 논 문

가방 끈 길이 차이가 상지 근활성도, 압력중심 및 체중분포에 미치는 영향

이현주[1] · 김민수[1] · 김아연[2] · 강현구[3] · 태기식[4]*

[1]건양대학교 물리치료학과, [2]센트럴병원 물리치료실,
[3]보령시보건소 위생팀, [4]건양대학교 의공학부

Effect of Back Strap Length Differences on Upper Extremity Muscle Activity, Center of Pressure, and Weight Distribution

Hyun Ju Lee[1], Min Su Kim[1], Ah Yeon Kim[2], Hyun Gu kang[3] and Ki Sik Tae[4]*

[1]Department of Physical Therapy, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea
[2]Department of Physical Therapy, Central Hospital, Siheung, Republic of Korea
[3]Sanitation Team, Boryeong City Health Center, Boryeong, Republic of Korea
[4]Department of Biomedical Engineering, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea
(Manuscript received 13 October 2021 ; revised 22 October 2021 ; accepted 27 October 2021)

Abstract: The purpose of this study was to investigate the effect on the activity of the upper trapezius and erector spinae according to the length difference of the backpack using electromyogram (EMG). We also conducted a study comparing the center of pressure (COP) and weight distribution before and after using Wii® balance board. Thirty individuals were randomly assigned to the experimental group (n=14) wearing a backpack with a short right strap length and a control group (n=16) wearing a backpack with the same strap length. Data were collected by dividing into groups, carrying a 15% weight backpack and walking for 20 minutes on a treadmill. As a result of analyzing the EMG data, there was no significant change in the upper extremity muscle activity of the control group, but it was significantly decreased in the right upper trapezius activity of the experimental group ($p<0.05$). In addition, there was a significant change of COP in the experimental group ($p<0.05$), but there was no significant difference of the weight distribution in both groups. Recognizing mechanical changes in the body that may occur due to the asymmetry of the strap length is thought to be helpful for systematic ergonomic intervention according to changes in the external environment in the future.

Key words: Backpack, COP, EMG, Strap length difference, Weight distribution

1. 서 론

일상생활에서 물건을 효율적으로 옮기기 위해 또는 개인의 패션 성향에 따라 다양한 형태의 가방을 사용하고 있는데, 그 종류에는 한손으로 드는 가방, 한쪽 어깨에 메는 가방, 백팩(backpack) 이라 불리는 등에 메는 가방, 앞뒤로 메는 가방 등이 있다[1]. 특히, 현대사회에서 아이패드나 스마트폰 등의 IT 제품을 사용하는 시간이 증가하면서 양 손의 움직임이 자유로운 백팩을 선호하는 경향이 늘고 있다. 따라서 실용성과 멋을 내는 도구로써 학생들 뿐만 아니라 다양한 연령층에 걸쳐 백팩을 착용하는 모습을 쉽게 볼 수 있다[2].

하지만 많은 사람들이 간과하고 있는 부분은 백팩이 유용한 만큼 잘못된 방법으로 착용하면 신체에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있는데[3,4] 장기간 또는 반복적인 부하로 신체에 역학적 변화를 일으킬 수 있다[5,6]. 잘못된 백팩 착용으로 인해 신체에 비대칭적인 부하가 가해지면 무의식적으로 반

*Corresponding Author : Ki-Sik Tae
Department of Biomedical Engineering, Konyang University, 158 Gwanjeodong-ro, Seogu, Daejeon, 35365, Republic of Korea
Tel: *** - **** - **** +82-42-600-8518
E-mail: tae@konyang.ac.kr

작용에 의해 몸을 기울임으로써 외적인 부하에 대한 평형을 유지하려고 한다. 또한 앞으로 나아가기 위해 신체의 중심선을 앞으로 가져오기 때문에 인체 분절이 비정상적인 자세로 재정렬된다[6,7].

장시간 동안 지속되는 한쪽 부하의 백팩 착용은 몸통의 회전과 어깨의 비대칭성이 관상면과 시상면 모두에서 나타나며, 백팩의 무게가 증가할수록 자세의 변화가 증가된다고 하였다[8,9]. 또한 좌우 체간의 비대칭적인 근 활성도와 불안정성 뿐만 아니라 균형을 유지하는 능력에도 영향을 미친다[10]. 비대칭적인 부하는 체중분포의 한쪽 쏠림 현상을 유발하고, 균형을 유지하기 위해 기저면 위의 압력중심(COP) 거리가 증가하게 된다[11].

비대칭적 근육 활성은 양측 근육 중 어느 한쪽 근육의 활성도가 높아짐에 따라 반대측 근육의 수동 장력을 발생시켜 대칭적 움직임을 저해하고, 구조물에 변화를 발생시켜 움직임 및 반발력에 대한 보호작용을 감소시킨다[12,13]. 신체의 역학적인 측면 뿐만 아니라 생리학적인 불균형으로 중추신경계의 변화를 일으키고 이와 같은 변화는 질병의 원인이 된다[14]. 이로 인해 학생들 중 77.1%가 그들의 목, 허리, 등, 어깨에 통증을 호소한다는 보고가 있다[15].

선행 연구에서는 가방이 신체에 미치는 영향에 대해서 주로 가방의 무게, 휴대방법, 끈의 길이와 넓이 등에 초점을 맞춰왔다[16-18]. 하지만 이와 같은 요소들 뿐만 아니라 백팩의 양쪽 끈 길이 차이도 신체의 변화에 중요한 영향을 미칠 수 있다. Jung[9]은 학생들이 백팩의 양쪽 끈 길이를 조사 분석했을 때 총 조사 대상 34명 중 71% 이상이 2 cm 이상의 차이를 보였고, 32%에서 4 cm에서 최대 10 cm의 차이가 나는 것으로 확인했다. 이를 통해 많은 학생들이 가방 끈의 대칭성에 대해 큰 관심을 갖지 않으며 체형에 따라 끈 길이 차이가 발생된 채로 착용하고 다닌다는 것을 알 수 있다.

이처럼 백팩의 양쪽 끈 길이 차이가 신체에 미치는 영향은 무시할 수 없는데, 현재 이와 같은 주제에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 20대 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 양쪽 끈 길이가 같은 백팩을 착용했을 때와 양쪽 끈 길이가 다른 백팩을 착용했을 때의 보행 후 어깨근육의 활성도를 비교하고, 압력중심 및 신체 정렬의 변화를 측정하여 그 영향을 분석하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구대상자는 20대 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 진행하였다. 모든 대상자는 무작위 교차설계방법(randomized cross-over trial)을 통해 실험군 14명과 대조군 16명을 제비뽑기 방식으로 추출하였으며, 실험 전에 본 연구의 목적과 방법에 대하여 충분한 설명을 듣고 실험에 동의하였다. 실험은 건양대학교 생명윤리심의위원회(IRB: Institutional Review Board)의 승인(KYU-2018-126-01)을 받은 후 실시되었다.

대상자의 선정기준은 (1) 평소 상지 근육 통증을 호소하지 않는 자, (2) 상지 근육에 외상 및 수술 이력이 없는 자, (3) 보행에 지장을 줄 만한 신경학적 문제 또는 근골격계 질환을 가지고 있지 않은 자, (4) 3일 이내 실험에 지장을 줄 우려가 있는 과도한 음주를 하지 않은 자, 그리고 (5) 평소 20분 이상 보행 시 어지러움을 느끼고 두통을 호소하지 않는 자로 하였다. 또한 모든 대상자의 우세손은 오른손이며, 평소 사용하는 백팩의 가방끈 길이는 동일한 것으로 확인하였다.

연구에 대한 의사소통과 이해가 어렵고, 평소 어지럼증을 호소하며, 센서를 부착하기에 민감한 피부를 가진 자는 제외기준으로 하였다.

가방 끈의 길이가 같은 백팩 착용군과 길이가 다른 백팩 착용군 간 나이, 키, 몸무게는 동질성이 확보되었다. 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

2. 연구방법

실험에 참여하기에 앞서 대상자를 양쪽 가방 끈의 길이가 같은 백팩 착용군(BSL, Backpack with the same strap length)과 가방 끈 길이가 다른 백팩 착용군(BDL, Backpack with different strap lengths)로 나누기 위해 “균형” 이라고 적힌 16개의 쪽지와 “불균형” 이라고 적힌 14개의 쪽지를 상자에 넣었다. 대상자는 이 중 하나를 무작위로 뽑아 두 군 중에 한 군에 선정이 되도록 하였다. BDL 군에 속한 대상자는 오른쪽 가방 끈 길이가 5 cm 짧은 백팩을 매고, BSL 군에 속한 대상자는 양쪽 가방 끈 길이가 같은 백팩을 매고 20분간 편안한 속도로 트레드밀(treadmill)을 걷게 된다. 대상자는 맹검(blinded experiment)을 통해 본인이 어느 군에 속해 있는지 알 수 없으며, 가방 끈 길이의 차이를 인지할

표 1. 참여자의 일반적 특성(N=30)
Table 1. General characteristics(N=30)

	Sex (male/female)	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
BDL[a] (N=14)	6/8	22.07±1.21	165.86±8.76	60.07±9.45
BSL[b] (N=16)	9/7	22.44±1.41	169.63±8.61	62.69±12.28

[a]Backpack with different strap lengths, [b]Backpack with the same strap length.

수 있는 어떠한 정보도 제공하지 않았다.

이때 사전 테스트는 근전도를 통해 최대 등척성 수축(MVIC, maximal voluntary isometric contraction) 및 기능적 자세에서의 상지 근활성도를 실시하였고, Wii 균형판(Wii® Balance Board, Nintendo, Japan) 위에 서서 압력중심점의 이동거리와 체중분포비율의 변화를 측정하며, 그 후 체중의 15% 무게를 설정한 가방을 매고 20분간 트레드밀을 걷도록 하였다. 이는 10% 무게의 가방을 매고 20분간 트레드밀을 걸었을 때 자세변화(inclination)에 영향을 미치지 않았으나 15~20% 무게의 가방을 매고 걸을 때 자세변화 및 호흡 빈도수가 증가했다는 Li 등[19] 실험연구와 일반 학생의 가방 무게가 체중의 10% 이상이었다는 Forjuoh 등[20]의 조사연구를 근거로 하였다. 또한 32% 이상의 학생이 4 cm 이상의 가방끈 차이가 있었다는 Jung[9]의 조사연구와 함께 양쪽 가방의 대칭성 길이 조절에 따른 위등세모근 활성도를 연구한 Abdelraouf 등[16]의 실험연구에서 T12 높이의 가방 위치와 S1 높이의 가방 위치에서의 가방끈 길이 차를 참고로 하여 최소 5 cm로 임의 설정하였다. 이 과정이 끝나면 사후 측정을 약 15분간 실시하였는데, 사전측정과 같은 방법으로 하였다(그림 1). 또한, 근전도 검사를 위해 전극이 부착된 부위에 면도기로 표면을 가볍게 사포로 문지른 후 알코올 솜으로 청결을 유지하여 피부저항을 최소화하도록 하였다. 표면 근전도 전극을 양측 위등세모근(upper trapezius)과 척추세움근(erector spinae)에 부착하였다(표 2). 각 근육의 활성도를 표준화하기 위하여 최대 등척성 수축을 적용하였고 측정하는 자세는 다음과 같다(표 3). 이후 위등세모근은 앉은 자세에서 1 kg의 아령을 들고 팔을 90도 벌린 자세, 척추세움근은 엎드린 자세에서 다리를 고정하고 상체를 들어올리는 기능적 자세를 선정하여 각 근육의 근활성도를 3번 측정하여 평균값을 구하였다.

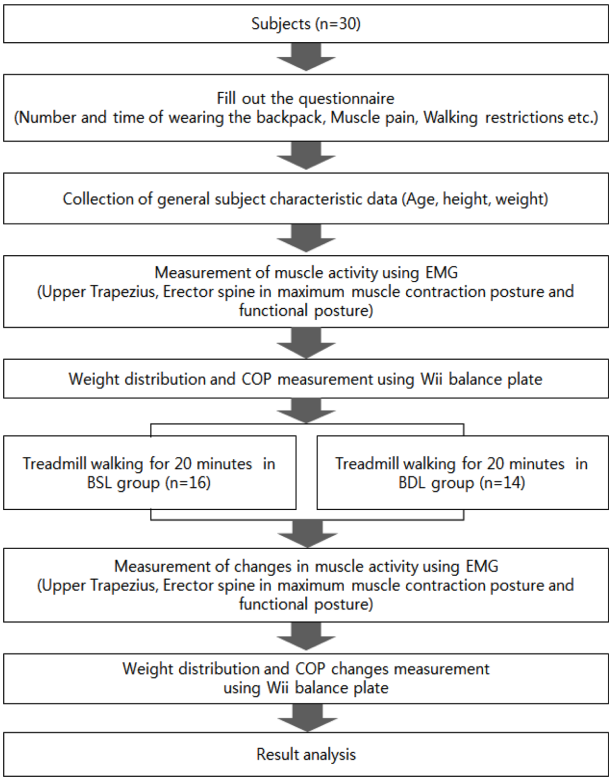

그림 1. 연구 진행방법
Fig. 1. Study procedure

근전도 측정을 위해 사용되는 기기는 무선 휴대용 표면근전도시스템(TeleMyo 2400T, Noraxon Inc., USA)을 이용하였다. 샘플링 주파수는 1,000 Hz, Filter는 20 Hz의 low pass, 측정된 근전도 신호는 RMS(root mean square) 처리하였다.

최대 등척성 수축과 기능적 자세에 대한 근전도 측정을 마치면, 정적균형능력 평가를 위해 선 자세에서 압력중심점

표 2. 근전도 부착위치
Table 2. EMG attachment region

Muscles	Attachment region
Upper trapezius	The electrodes are placed parallel to the muscle fibers, along the ridge of the shoulder, slightly lateral to 1/2 the distance b/t the C7 spinous process & the acromion.
Erector spinae	Palpate the iliac crest. The electrodes are placed 2 cm parallel to the spine approx. 2 cm lateral to the spinous process over the muscle mass.

표 3. 위등세모근과 척추세움근 MVIC 측정 위치
Table 3. MVIC measurement position of Upper trapezius and Erector spinae

Muscles	Measurement position of %MVIC
Upper trapezius	A static resistance was applied with a load sufficient to press the shoulder down in the sitting position.
Erector spinae	The prone position in bed is a very productive MVIC test position because all back muscles are facilitated within a muscle chain. As the subjects raises the leg and upper trunk, the measurer applies resistance in the opposite direction.

거리(center of pressure; COP)와 체중분포 분석을 하였다(Balancia software ver. 2.0, Mintosys, Korea). 대상자들은 Wii 균형판 위에 엄지발가락을 맞추어 두 발로 올라선 후 양팔을 편안하게 내리고 시선에 따라 발생하는 자세 동요를 통제하기 위해 전방 2 m 앞에 그려진 원점을 주시하도록 하여, 안정된 자세를 유지한 후부터 시작하여 30초 동안 측정하였다. 대상자의 압력중심점 정보는 30 cm×45 cm 크기의 Wii 균형판을 이용하였으며, 4개의 모서리에 위치한 로드셀(loadcell)을 통해 연속적으로 수집된 압력중심점 정보는 블루투스로 연결된 컴퓨터 장치에 기록되었다. 분석된 압력중심점 정보의 결과는 X, Y축에 대한 이동거리 및 좌우 체중분포 비율 등을 나타내며, 본 연구에서는 총 이동거리(mm)와 좌우 체중분포비율(%)를 사용하였다. 모든 자료는 100 Hz로 샘플링하여 추출하였다. Wii 균형판의 측정자 내 신뢰도는 ICC=.92 ~ .98로 높았으며[21], 체중분포 검사-재검사의 측정자 내 신뢰도는 ICC=.79 ~ .93, 측정자간 신뢰도는 ICC=.79 ~ .96이다[22].

그림 2는 본 연구에서 사용된 측정도구인 근전도와 Wii 균형 측정판을 보여준다.

사전 측정이 완료된 대상자는 무작위로 선정된 BDL 군과 BSL 군으로 나뉘어 백팩을 착용한 후 트레드밀에서 편안한 보행속도로 20분간 보행하고, 사후 측정으로 근활성도와 압력중심 거리, 체중분포를 측정하여 데이터를 수집하였다.

3. 데이터 분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 20.0(IBM Corp., Armonk, USA)을 이용하여 통계 처리하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 기술통계를 사용하였다. 정규성 검증을 위해 Kolmogorov-Smirnov test를 사용하였으며, 동질성 검증을 위해 Levene의 등분산 검정을 시행하였다. 양쪽 가방 끈 길이가 같은 백팩 사용군(대조군)과 가방 끈 길이가 다른 백팩 사용군(실험군) 간 근활성도, 체중분포, 압력중심을 비교하기 위해 독립 T검정(independent T-test)을, 각 군의 실험 전과 후 비교를 위해 대응표본 T검정(paired T-test)을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 α=0.05과 0.01로 하였다.

(a) (b)

그림 2. 측정도구 (a)근전도, (b)Wii 균형 측정판
Fig. 2. Measurement equipment (a)EMG equipment (Noraxon, USA), (b)Wii® Balance Board (Nintendo, Japan)

III. 연구 결과

1. 가방끈 길이 차이에 따른 군별 상지 근활성도 비교

보행 전 양쪽 끈 길이가 같은 백팩 착용군과 끈 길이가 다른 백팩 착용군 간 우측 및 좌측 위등세모근의 근활성도(각 p=0.882와 0.669) 및 척추세움근(각 p=0.894와 0.528)에서 통계학적 차이가 없으므로 군간 동일성을 검정하였다.

가방끈 길이 차이에 따른 군별 상지 근활성도를 비교한 결과, 백팩 보행 후 양쪽 백팩 끈의 길이가 같았던 BSL 군에서는 등세모근 활성도의 의미있는 차이가 없었다(p>.05). 척추세움근의 활성도에서는 증가 추이가 보였으나 의미있는 차이를 나타내지 않았다(p>.05).

반면 양쪽 백팩 끈의 길이 차이가 있었던 BDL 군에서는 좌우 등세모근의 활성도가 감소하는 추이를 보였으며 특히 끈 길이가 짧은 오른쪽 위등세모근에서는 통계적으로 의미있는 근활성도의 감소를 나타내었다(p<.01), (표 4, 그림 3a). 척추세움근의 활성도에서는 감소 추이가 보였으나 통계학적으로 의미있는 차이를 나타내지 않았다(p>.05).

2. 가방 끈 길이 차이 유무에 따른 압력중심 및 체중분포 비교

보행 전 양쪽 끈 길이가 같은 백팩 착용군과 끈 길이가 다른 백팩 착용군 간 COP와 체중분포값은 각 p=0.800과 0.637로써 통계학적 차이가 없으므로 군간 동일성을 검정하였다. 압력중심점의 이동거리에 의해 수집된 측정값은 BDL 군과 BSL 군에서 모두 백팩 보행 후 증가되는 경향을 보였으나, BDL 군에서 통계학적으로 유의하게 나타났다

표 4. 백팩 길이 차이에 따른 등세모근 활성도 비교
Table 4. Comparison of upper trapezius activity according to the difference in bag strap lengths

Group	Parameter	Pre value	Post value	t	p
BDL[a] (N=14)	Upper trapezius Rt.	0.559±0.246	0.472±0.168	3.593	0.003**
	Upper trapezius Lt.	0.566±0.252	0.532±0.243	0.959	0.355
BSL[b] (N=16)	Upper trapezius Rt.	0.573±0.259	0.598±0.264	-1.054	0.308
	Upper trapezius Lt.	0.523±0.294	0.517±0.278	0.217	0.831

*p<.05, **p<.01, [a]Backpack with different strap lengths, [b]Backpack with the same strap length.

표 5. 백팩 길이 차이에 따른 척추세움근 활성도 비교
Table 5. Comparison of erector spinae activity according to the difference in bag strap lengths

Group	Parameter	Pre value	Post value	t	p
BDL[a] (N=14)	Erector spinae Rt.	0.661±0.315	0.647±0.280	0.367	0.720
	Erector spinae Lt.	0.635±0.246	0.627±0.222	0.199	0.845
BSL[b] (N=16)	Erector spinae Rt.	0.649±0.125	0.669±0.091	-0.879	0.393
	Erector spinae Lt.	0.683±0.160	0.702±0.167	-0.955	0.355

*p<.05, **p<.01, [a]Backpack with different strap lengths, [b]Backpack with the same strap length.

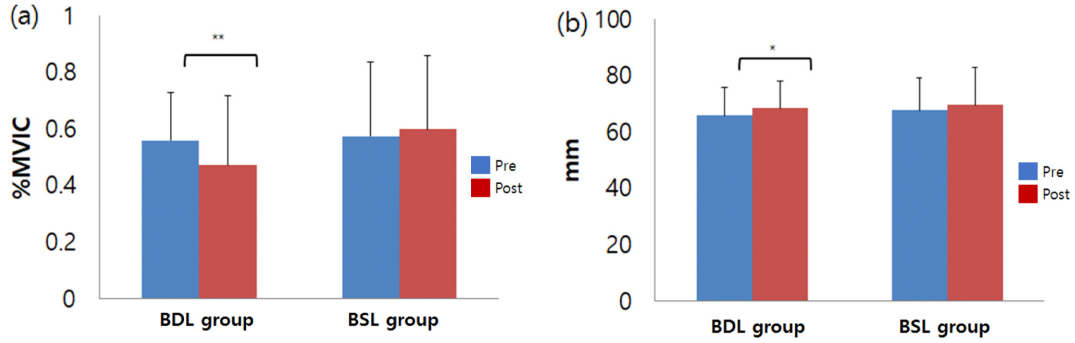

그림 3. 백팩 보행 전후 오른쪽 위등세모근 근 활성도(a)와 COP(b) 비교
Fig. 3. Comparison of right upper trapezius activity (a) and COP (b) between pre and post test

표 6. 백팩 길이에 따른 COP와 체중 분포값 비교
Table 6. Comparison of COP and weight distribution according to the difference in bag strap length

Group	Parameter	Pre value	Post value	t	p
BDL[a] (N=14)	COP(mm)	65.839±9.850	68.330±9.752	-2.198	0.047*
	Weight distribution(%)	50.417±1.715	50.904±1.338	-0.988	0.341
BSL[b] (N=16)	COP(mm)	67.723±11.554	69.493±13.206	-1.791	0.094
	Weight distribution(%)	50.572±1.606	50.483±1.577	0.266	0.794

*p<.05, **p<.01, [a]Backpack with different strap lengths, [b]Backpack with the same strap length.

(p<.05)(표 6)(그림 3b). 반면 BDL 군과 BSL 군 모두에서 체중 분포율에서는 의미있는 차이가 없었다(p>.05).

IV. 고 찰

본 연구는 20대 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 양쪽 끈 길이가 같은 백팩을 착용한 군과 오른쪽 끈 길이가 짧은 백팩을 착용한 군을 무작위로 선정한 후, 체중의 15% 무게의 백팩을 매고 20분 보행을 하도록 하여 위등세모근과 척추세움근의 활성도 및 압력중심 거리와 체중분포를 분석하였다. 연구 결과, 오른쪽 가방 끈이 짧은 백팩을 착용한 군에서 오른쪽 위등세모근의 근활성도가 통계적으로 유의하게 낮았으며, COP 거리가 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 짧은 가방 끈을 위치시킨 오른쪽 위등세모근의 근활성도가 낮아진 결과에 대해 양쪽 어깨에 동일한 부하를 주었을 때 보다 한 쪽 어깨에 더 큰 부하를 주었을 때 부하를 더 받은 어깨 쪽 위등세모근의 근활성도가 증가한다고 보고한 Yoon[23]과 Hardie 등[24]의 연구와는 대치된다. 반면 짧아진 근 길이만큼 일정 이상의 무게를 이기기 위해 기여근육이 동원되고 보상효과가 나타남으로써 근활성도가 감소된다고 기술한 Habibi[25]의 연구를 참고로 하였을 때 본 연구에서도 등세모근의 피로 발생과 함께 기여근육의 동원에 의해 낮은 근활성도를 보인 것으로 유추된다. 또한 통계적으로는 유의하지 않았으나 가방끈 길이가 다른 군에서 보행 후 척추세움근 활성도의 감소 추이가 있었던 것도 균형을 잡기 위해 척추 안정성이 더 많이 요구된 결과, 피로도에 의한 보상근육의 동원 가능성도 예측해 볼 수 있다. 위등세모근은 가방을 착용하고 보행을 할 때 몸통의 다른 근육들과 함께 균형을 유지하는 역할을 하고[26] 척추세움근은 가방과 같은 외적 부하가 가해지는 상황에서 척추의 안정

성을 제공하는데 이는 부하에 대한 반작용을 통한 것이다[27]. 그러나 가방을 착용하는 방식이 올바르지 못하면 신체에 비대칭적인 부하가 가해지면서 무의식적으로 반작용에 의해 몸을 기울임으로써 외적인 부하에 대한 평형을 유지하려고 한다. 또한 앞으로 나아가기 위해 신체의 중심선을 앞으로 가져오기 때문에 인체 분절이 비정상적인 자세로 재정렬되는 상황을 초래하게 된다[6,7].

지속적인 몸통의 비대칭성은 근골격계의 문제로 인한 통증뿐만 아니라 자세조절에 대한 안정성에도 부정적인 영향을 줄 수 있다. Haddad 등[28]의 연구에서는 좌우 한 쪽에만 부하를 주었을 때 압력중심점의 경로 거리(path length)가 부하가 적용된 반대쪽에서 증가하는 변화를 나타내었다고 보고하였고, Ruhe 등[29]은 비특이성 요통 환자와 건강한 성인을 대상으로 압력중심점 변화를 비교하였는데 요통환자에서 비대칭성 전후방 흔들림(sway)과 함께 압력중심의 이동속도 및 거리가 증가한 것으로 나타났다고 하였다. 반면 농촌 여성노인의 운동 프로그램 후 효과를 검증한 Jung[30]의 연구에서는 COP 이동면적이 유의하게 감소하여 균형능력이 향상된 것으로 설명하였다. 본 연구에서도 양 쪽 끈 길이가 다른 가방을 착용한 상태로 보행 후 정적 균형능력을 측정한 결과, 압력 중심점의 이동거리가 유의하게 증가됨으로써 균형능력의 감소를 확인하였다.

선행 연구에서는 올바른 신체 근활성도와 균형을 위해 올바른 가방 착용의 중요성을 전달하기 위해 많은 연구들을 제시해왔다. Kim 등[26]은 양발 지지 상황에서 배낭끈의 길이가 신체에 큰 영향을 미쳤는데 배낭의 무게중심이 T_{12}, T_7, L_3 순으로 갈수록 인체에 가해지는 스트레스 지수가 커진다고 하였다. 그리고 끈이 넓은 가방이 끈이 좁은 가방에 비해 가방을 착용한 상태에서 보행 후 목 주변 근육(midcervical paraspinous)의 활성도가 유의하게 감소하였다고 하였다. Pack 등[31]은 가방의 무게를 균등하게 할 수 있는 등에 매는 형태의 가방이 신체의 비대칭을 감소시킬 수 있는 방법이라고 하였고, Yoon[26]에 의하면 여러 가방의 유형 중 백팩이 낮은 근활성도와 대칭적인 자세를 만들어 내기 때문에 물건을 옮기기에 가장 적합하다고 주장하였다. 그러나 이와 같은 선행연구들은 가방의 무게, 끈 길이, 넓이 및 가방의 유형 등에만 중점을 두고 양 쪽의 끈 길이 차이로 인해 발생하는 문제점은 고려하지 못하였다.

본 연구는 대상자의 수 및 한정된 연령으로 인해 결과를 일반화하기에 어려움이 있고, 보행 후 가방을 착용하지 않은 상태로 근활성도를 측정하였기 때문에 가방 끈 길이 차이에 의한 부하상태에서의 근활성도를 확인할 수 없었다. 또한 위등세모근과 척추세움근과 관련하여 보상근육들에 대한 근활성도를 확인하지 못하여 연구결과 해석에 제한점을 가진다. 추후에는 위등세모근과 척추세움근을 포함하여 몸통 안정화와 자세의 균형능력에 영향을 미치는 근육들을 선별하여 활성도를 분석함으로써 근육 간 상호작용을 알아보는 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서 양쪽 가방 끈 길이 차이에 따른 위등세모근 및 척추세움근의 활성도와 압력중심점 거리 및 체중분포를 비교한 결과, 보행 후 끈 길이가 짧은 쪽의 위등세모근의 근활성도가 유의하게 감소하였으며 압력중심점의 이동거리가 증가하였다. 이는 양 쪽 끈 길이가 다른 가방을 착용할 경우 신체에 비대칭적인 근활성도를 유발하고 부적절한 신체 정렬을 만들어 균형능력이 감소될 수 있으며, 균형을 잡기 위한 압력중심점의 이동거리가 증가할 수 있음을 시사한다. 따라서 양쪽 가방끈 길이의 대칭에 대한 중요성을 인지하고 가방 이용 시 신중하게 고려할 필요가 있다고 여겨진다. 또한 가방 끈 길이 차이와 같은 외적인 환경변화 시 인체의 적응변화를 이해함으로써 체계적인 인간공학적 중재 접근이 가능하리라고 본다.

References

[1] Ahn JS. The effects of Asymmetric Load of Shoulder Bag on Trunk and Pelvis Movement Patterns of Normal Adult during Gait. Graduate School of Health and Environment, Yonsei University, 2006.

[2] Chae WS. A Comparative Analysis of Ground Force Form on Walking after Wearing Roller Shoes and Jogging Shoes. Journal of the Korean Association of Exercise. 2006;16(1): 101-108.

[3] Son H. The Effect of Backpack Load on Muscle Activities of the Trunk and Lower Extremities and Plantar Foot Pressure in Flatfoot. J Phys Ther Sci. 2013;25(11):1383-1386.

[4] Brackley HM, Stevenson JM, Selinger JC. Effect of Backpack Load Placement on Posture and Spinal Curvature in Prepubescent Children. 2009;32(3):351-360.

[5] Matsuo T, Hashimoto M, Koyanagi M, Hashizume K. Asymmetric Load-carrying in Young and Elderly Women: Relationship with Lower Limb Coordination. Gait & Posture. 2008;28(3): 517-520.

[6] Oh JH, Choi SN. Effects of the Length of Schoolbag String on Gait Posture. Journal of Sport and Leisure Studies. 2007; 30(6):619-629.

[7] Cho SC. Effects of Backpack Weight on Elementary School Boy's Walking. The Korean Journal of Sports Medicine. 2001;19(2):303-310.

[8] Kim JS, Kim K, Jun DH. The Effect of Changes in Young Women's Static Balance after Performing Walking Task with Different Carrying Bag Positions. Korean Soc Phys Med. 2011;6(1):51-58.

[9] Jung MY. Correlation Between Perceived Backpack Weight and Musculoskeletal Pain for Elementary School Children. J Erg Soc Korea. 2006;25(4):35-40.

[10] Motmans RREE, Tomlow S, Vissers D. Trunk Muscle Activity in Different Modes of Carrying Schoolbags. Ergonomics. 2006;49(2):127-138.
[11] Latash ML, Ferreira SS, Wieczorek SA, Duarte M. Movement Sway: Changes in postural Sway During Voluntary Shifts of the Center of Pressure. Experimental Brain Research. 2003;150:314-324.
[12] Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB, EMG Median Frequency Changes in the Neck-Shoulder Stabilizers of Symptomatic Office Workers When Challenged by Different Physical Stressors. J Electromyogr Kinesiol. 2005;15(6):544-55.
[13] Ning X, Haddad O, Jin S, Miraka GA. Influence of Asymmetry on the Flexion Relaxation Response of the Low Back Musculature. Clinical Biomechanics. 2011;26(1):35-39.
[14] Nigg BM. Biomechanics of Running Shoes. Human Kinetics. Champaign IL. 1986.
[15] Whittfield J, Legg SJ, Hedderley DI. Schoolbag Weight and Musculoskeletal Symptoms in New Zealand Secondary Schools. Applied Ergonomics. 2005;36(2):193-198.
[16] Abdelraouf OR, Hamada HA, Selim A, Shendy W, Zakaria H. Effect of Backpack Shoulder Straps Length on Cervical Posture and Upper Trapezius Pressure Pain Threshold. J Phys Ther Sci. 2016;28(9):2437-2440.
[17] Im IH, Um KM, Kim H.S. Effect of the Body Alignment on Type and Weight of the Bag. J Kor Phys Ther Sci. 2009;16(2): 11-17.
[18] Kim MH, Yoo WG. Effect of the Spacing of Backpack Shoulder Straps on Cervical Muscle Activity, Acromion and Scapular Position, and Upper Trapezius Pain. J Phys Ther Sci. 2013; 25(6):685-686.
[19] Li JX, Hong Y, Robinson PD. The Effect of Load Carriage on Movement Kinematics and Respiratory parameters in Children during Walking. Eur J Appl Phyiol. 2003;90(1-2): 35-43.
[20] Forjuoh SN, Little D, Schuchmann JA, Lane BL. Parental Knowledge of School Backpack weight and contents. Arch Dis in Child. 2003;88:18-19.
[21] Holmes JD, Jenkins ME, Johnson AM, Hunt MA, Clark RA. Validity of the Nintendo Wii® balance board for the assessment of standing balance in Parkinson's disease. Clin Rehabil. 2013;27(4):361-366.
[22] Park DS, Lee DY, Choi SJ, Shin WS. Reliability and validity of the balancia using "Wii" balance board for assessment of balance with stroke patients. J Korea Acade Industr Coop Soc. 2013;4(6):2767-2772.
[23] Yoon JG. Correlations Between Muscle Activities and Strap Length and Types of School Bag during Walking. J Phys Ther Sci. 2014;26(12):1937-1939.
[24] Hardie R, Haskew R, Harris J, Hughes G. The Effects of Bag Style on Muscle Activity of the Trapezius, Erector Spinae and Latissimus Dorsi During Walking in Female University Students. Journal of Human Kinetics. 2015;5:39-47.
[25] Habibi A. Weight Varying Effects of Carrying Schoolbags on Electromyographic Changes of Trunk Muscles in Twelve-year Old Male Students. The International Journal of Medicine. 2009;2(4):314-318.
[26] Kim JW, Kim YN. Effect of Sling Exercise on Muscle Activity and Pain in Patients with Rotator Cuff Repair. J Kor Phys Ther. 2017;29(2):45-49.
[27] Pel JJM, Spoor CW, Goossens RHM, Pool-Goudzwaard AL. Biomechanical Model Study of Pelvic Belt Influence on Muscle and Ligament Forces. Journal of Biomechanics. 2008;41(9): 1878-1884.
[28] Haddad MH, Rietdyk S, Ryu JH, Seaman JM, Silver TA, Kalish JA, Hughes CML. Postural Asymmetries in Response to Holding Evenly and Unevenly Distributed Loads During Self-Selected Stance. Journal of Motor Behavior. 2011;43(4): 345-355.
[29] Ruhe A, Fejer R, Walker B. Center of Pressure Excursion as a Measure of Balance Performance in Patients with Non-specific Low Back Pain Compared to Healthy control: A systematic Review. Eur Spine. 2011;20:358-368.
[30] Jung HJ, Kim SK, Kim YS, Rho WR, Lee YH. Developing and Evaluating of a Creative Dance Program to Improve Physical Performance, Strength, and Balance for the Elderly Women in Rural Community. Journal of adapted physical activity and exercise. 2017;25(4):109-131.
[31] Pack SJ, Kim MH, Kim JS. Changes of Relative Impulse of Foot on Carrying 5 Types of Schoolbag During Level Walking. J Kor Phys Ther. 2009;21(3):61-68.