백팩 무게가 일부 대학생의 머리척추각과 목 근활성도에 미치는 영향

박천준¹, 안덕현²

¹인제대학교 일반대학원 물리치료학과, ²인제대학교 보건의료융합대학 물리치료학과

The Effect of the Weight of a Backpack on Craniovertebral Angle and Neck Muscle Activities on Some University Students

Cheon-jun Park¹, BHSc, PT, Duk-hyun An², PhD, PT

¹Department of Physical Therapy, The Graduate School, Inje University, ²Department of Physical Therapy, College of Healthcare Medical Science and Engineering, Inje University, Gimhae, Korea

Article Info

Received November 7, 2019

Revised December 24, 2019

Accepted January 7, 2020

Corresponding Author

Duk-hyun An

E-mail: dhahn@inje.ac.kr

<https://orcid.org/0000-0003-4687-7724>

Key Words

Backpack

Craniovertebral angle

Electromyography

Forward head posture

Background: A backpack is available equipment for moving some objects. Most studies have found that the appropriate weight limit of backpack for students is between 10% to 15% of their body weight (BW). However, Some students should carry a backpack heavier than 15% of BW. Therefore, It is associated with abnormal shoulder and neck posture on students.

Objects: This study tested the effects that various amounts of weight carried by university students in their backpacks had on their cervical posture and electromyography of neck muscle.

Methods: The subjects consisted of 12 students (6 male, 6 female) in university. There were three loading conditions tested: no backpack, a backpack that weighed 10% and 15% of the student's BW. The dependent variables were the craniovertebral angle (tragus to C7) and the neck muscle activities (sternocleidomastoid, upper trapezius). All 12 subjects were asked to walk while wearing a backpack for 5 minutes and were then instructed to rest for 2 minutes.

Results: When assessing the craniovertebral angle, the results of this study were significantly decreased in the order of 0%, 10%, and 15%. And then, there were significantly increased electromyography of neck muscles that comparison of the weight of 10% and 15% on 0%. It was found that as the weight of the backpack increased, the craniovertebral angle decreased ($p < 0.05$) and the muscle activities increased (upper trapezius $p = 0.012$, sternocleidomastoid $p = 0.013$).

Conclusion: Our study recommended that some students shouldn't carry on over the 15% backpack of own weight, and also they should distribute backpack load to equal on body for optimal posture.

INTRODUCTION

백팩(backpack)은 팔을 자유롭게 사용하면서 물건을 옮길 수 있는 도구로 사용되는 편리한 수단이다[1,2]. 이전 연구에서는 적절한 백팩의 무게가 몸무게의 10%~15% 사이로 연구되어 있다[3-5]. 그러나 다수의 학생들은 몸무게의 15%를 초과하는 무게를 멘다고 보고되었다[6-8]. Hong 등[5]의 연구에서는 15명의 6세 아이들에게서 몸무게의 15%를 초과한 백팩을 메고 트레드밀을 걷는 실험의 결과가 0%와 10%

의 무게보다 목과 체간의 근활성도 값이 유의하게 높은 값을 보고하였다. 또한 백팩의 무게와 방법이 학생들의 어깨와 목의 자세에 미치는 영향에 대한 이전 연구에서는 13명의 고등학생들을 대상으로 몸무게의 15%의 백팩을 메고 그리고 5분 동안 트레드밀을 걷는 실험의 결과에서 아무것도 메지 않았던 결과보다 머리척추각(craniovertebral angle)의 유의한 감소를 보고하였다[9]. 이와 같이 초등학교뿐만 아니라 대학교, 중·고등학교에서의 일상생활에서 주로 백팩을 이용하는 젊은 사람들은 자신의 몸무게에 비해서 무거운 무게를 들고 다니는 것

이 흔하다[10]. 무거운 백팩의 사용은 비정상적인 신체 정렬의 변화를 야기할 수 있는 요소로[11], 신체에 가해지는 부적절한 부하는 허리 통증, 근피로, 근활성도의 증가, 심폐계의 과도한 산소 소비를 일으킬 수 있다[12-15]. 이전 연구에서는 학생들의 백팩 사용과 근골격계 질환이 관련된 요소가 신체에 가해지는 하중의 위치, 크기와 모양 및 분포, 메는 시간 등이 라고 하였으며[16,17], 최근에는 백팩 사용 중 신체의 자세분석과 보행분석 등이 연구되고 있다[10,18-20].

백팩을 메고 다니는 학생들의 척추에는 매일 상당한 부하가 주어지며 자세의 변화를 쉽게 일으킬 수 있다[21]. 과도한 백팩의 무게로 인해 발생하는 비정상적 자세 변화는 ‘전방 머리 자세(forward head posture, FHP)’를 유발할 수 있다[22]. FHP로 인한 목뼈주위 근육 불균형과 관절에 가해지는 부하의 증가는 근골격계 통증 및 질환을 유발한다[23]. 머리척추각의 측정 연구들 중에서 Raine과 Twomey [24]는 160명의 성인에게서 FHP를 평가할 수 있는 머리척추각의 유의한 값 48.9° 를 보고하였고, Moore [25]의 연구에서는 머리척추각이 감소함에 따라 목과 어깨의 통증이 증가하는 것을 보고하였다. Abaraogu 등 [10]은 몸무게의 15% 이상 백팩 무게를 들었을 때 머리척추각의 유의한 감소가 나타난다고 보고하였다. 또한 Grimmer와 Williams [26]는 머리척추각과 척추의 통증이 각각 백팩 무게와 유의한 양의 상관관계를 보고하였다.

FHP는 상부 목뼈의 과다편, 과도한 하부 목뼈 굽힘을 의미하고, 목 펴근의 단축과 깊은 목굽힘근의 약화와 관련이 있다[27]. 또한 마름근, 중간/아래 등세모근을 약화시키고, 큰가슴근과 목 펴근을 단축시켜 이와 같은 근육 불균형이 유발하는 목뼈의 지속적인 앞쪽 굽힘은 목 부위 조직의 부하를 증가시키고, 목뼈 부위 근육들의 비정상적 활동을 증가시킨다[28]. 백팩과 관련된 연구들이 초·중·고등학생, 군인 대상으로 백팩의 형태와 무게에 따른 자세변화, 근활성도, 근피로도[6,9,20,29-32] 등에 대해 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 그러나 초·중·고등학생뿐만 아니라 대학생 및 젊은 성인 역시 학교에 다니고, 일상생활을 하는 동안 백팩을 주로 이용하게 된다. 최근의 Abaraogu 등[10]의 연구에서는 대학생을 대상으로 백팩의 무게에 따른 전방기울임각, 머리

척추각 등 신체의 각도를 측정하여 백팩의 과도한 무게가 대학생의 신체정렬 변화에 영향을 미친다고 보고하였다. 그러므로 백팩을 주로 사용하는 대학생을 대상으로 한 연구가 필요하여 백팩의 무게가 대학생의 머리자세와 목 주위 근활성도에 미치는 영향에 초점을 맞춘 연구를 시행하였다. 따라서 본 연구의 목적은 대학생들을 대상으로 백팩의 무게가 머리척추각과 목 주위의 근활성도에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 본 연구의 가설은 가방을 메지 않은 경우에 비해 몸무게의 10%, 그리고 15%의 무게의 백팩을 멘 조건에서 머리척추각은 감소하고 목 주위의 근활성도는 증가할 것이라고 설정하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 경상남도 김해시 소재 인제대학교에 재학 중인 20-30대 대학생 남녀 12명(남성 6명, 여성 6명)을 대상으로 선정하였다. 모든 대상자는 실험 방법 및 절차에 대한 충분한 설명을 들었으며, 자발적으로 실험 참여에 동의하였다. 실험관련 데이터 및 환자 식별이 가능한 사진에 관한 정보를 출판하는 경우 블라인딩 처리와 함께 대상자에게 직접 동의서(informed consent)를 받아 보관하였다. 본 연구는 인제대학교 기관생명윤리위원회의 심의를 받아 진행하였다(승인 번호: 2019-04-005-004). 연구대상자의 신체적인 특성은 Table 1과 같다.

2. 측정도구 및 방법

1) 백팩

본 연구에서는 일반적으로 학생들이 사용하는 표준형 백팩을 사용하

Table 1. Demographics characteristics of participants (N = 12)

Sex	Age (y)	Height (cm)	Weight (kg)
Male (n = 6)	26.0 ± 3.7	177.2 ± 3.8	77.2 ± 6.7
Female (n = 6)	21.0 ± 0.6	162.2 ± 2.7	52.0 ± 2.2

Values are presented as mean ± standard deviation.

Figure 1. (A) Backpack. (B) 2EM (electromyography [EMG] sensors). (C) Relive 4D-MT (EMG analysis program).

였다. 실험에 사용된 백팩의 규격은 높이 420 × 가로 320 × 세로 150 mm였다(Figure 1A). 백팩 높이는 백팩의 중심이 대상자의 제11번 등뼈(thoracic vertebrae 11th, T11) 가시돌기(spinous process)에 위치하도록 백팩끈 길이를 조절하여 백팩을 착용하였다[11].

2) 근전도(electromyography)

본 연구는 백팩의 무게에 따른 위등세모근, 목빗근의 근활성도 측정을 위하여 근전도를 사용하였다. 근육의 전기신호의 발생, 기록, 분석을 다루는 실험기법으로 근전도 신호는 근섬유막에서 발생하는 생리적 변화에 의해 형성되며, 본 실험에서 사용한 기기는 모델명 2EM (4D-MT; Relive, Gimhae, Korea)으로 근전도에 관한 자료를 수집, 처리하는 데 사용되었다(Figure 1B, 1C). 근전도 신호의 표본 추출률은 1,000 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭은 0-500 Hz를 사용하였다. 실험을 통해 얻은 근전도 값은 제곱 평균 제곱근법(root mean square: RMS)으로 처리하여 분석하였다.

3. 실험 방법

본 연구의 대상자들이 메는 백팩의 무게는 연구대상자 몸무게의 10%, 15%로 하였고[33], 백팩의 높이는 백팩의 중심이 실험자의 제11번 등뼈(T11) 가시돌기에 위치하도록 하였으며, 백팩의 무게와 높이는 이전 연구를 참고하였다[11]. 머리척추각과 근활성도는 대상자들이 4 km/h 보행속도로 5분간 트레드밀 보행을 실시한 후에 3회씩 측정하였다. 실험은 대상자들의 백팩 무게에 변화(0%, 10%, 15% 순서대로)를 주면서 5분씩 진행하였고, 각 실험 사이에 2분의 휴식시간을 두어 근피로를 가능성을 경감시켰다.

1) 머리척추각

제7번 목뼈(cervical vertebrae 7, C7) 가시돌기를 지나는 수평선과 제7번 목뼈 가시돌기에서 이주를 지나는 선이 이루는 각을 머리척추각이라 정의하고[34], 각 대상자들의 사진을 촬영한 후 Pro-Trainer 10.1을 이용하여 각도를 측정하였다. 동작 분석 프로그램 Pro-Train-

er 10.1을 이용하여 각 대상자들의 제7번 목뼈(C7) 가시돌기를 지나는 수평선과 제7번 목뼈에서 이주(tragus)를 지나는 선이 이루는 각인 머리척추각의 크기를 측정하였다(Figure 2).

2) 근전도 측정(electromyography measurement)

본 연구에서는 흔히 FHP를 나타내는 대상자에게서 근활성도가 높아진다고 알려진 근육 중 위등세모근, 목빗근에 근전도 패드(pad)를 부착하였다[22,35-37]. 근육 부위는 선행연구에서 측정된 부위를 고려하여 선정하였으며 전극은 대상자의 근육 부위를 촉진하여 위치를 파악하여 측정하였다. 표면전극은 근육이 수축함에 따라 근육힘살(muscle belly)의 위치가 변하는 것을 고려하여 부착하였다(Figure 3) [38]. 표면 근전도 신호에 대한 피부저항을 감소시키기 위하여 부착부위를 가는 사포로 3-4회 문질러 피부 각질층을 제거하고 소독용 알코올로 피부지방을 제거한 후에 소량의 전해질젤(electrolyte gel)을 바른 표면전극을 피부에 부착하였고, 접지전극(ground electrode)은 제7번 목뼈

Figure 2. Craniocervical angle.

Figure 3. Placement of electromyography sensors. (A) Upper trapezius. (B) Sternocleidomastoid (SCM).

가시돌기 부위에 부착하였다.

RMS로 처리된 근전도 값을 얻기에 앞서 각 근육 근활성도 정규화를 위해 필요한 근육별 자발적 기준 등척성 수축(reference voluntary isometric contraction: RVIC)을 측정하였다. RVIC를 측정하기 위하여 대상자가 벽에 기대고 바로 선 자세에서 측정하는 목빗근의 반대 쪽으로 목 돌림(cervical rotation) 45°를 하고, 검사하고자 하는 우측 측 팔에 3 kg의 하중을 둔 상태에서 스캐션(scaption; 이마면으로부터 35° 앞쪽 모음)면으로 팔을 90° 벌림하고 5초간 유지하도록 한 후 측정하였다[39]. 각 근육의 RVIC 측정 시 근활성도를 5초씩 3회 반복 측정하였다. 이후 대상자가 편하게 선 자세에서 무게를 변화시킨 백팩을 메고 5분간 유지한 후 RMS 값을 10초씩 3회 반복 측정하였다. 얻어진 RMS값을 RVIC로 나누고 100을 곱한 값(RVIC%)을 구하여 백팩의 무게에 따른 위등세모근과 목빗근 활성도의 변화를 계산하였다.

4. 분석방법

연구결과와 분석은 백팩의 무게가 위등세모근, 목빗근의 근활성도에 미치는 영향을 알아보기 위해 통계 프로그램 PASW for Window ver. 18.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 백팩 무게에 따른 머리척추각과 근활성도의 차이는 일요인 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 이용하여 분석하였고, 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 하였다. 사후 검정 방법으로 본페로니 검정(Bonferroni correction)을

이용하였다.

RESULTS

1. 머리척추각

백팩의 무게에 따른 머리척추각의 변화는 백팩을 메지 않았을 때 $73.27^\circ \pm 5.98^\circ$, 몸무게의 10% 무게인 백팩을 댔을 때 $68.51^\circ \pm 5.02^\circ$, 몸무게의 15% 무게인 백팩을 댔을 때 $64.44^\circ \pm 4.34^\circ$ 로 나타났다(Table 2). 머리척추각에 대한 본 연구 결과는 몸무게의 15% 무게인 백팩을 댔을 때가 백팩을 메지 않았을 때보다 유의하게 감소하였다(Figure 4).

2. 위등세모근과 목빗근의 근활성도

위등세모근은 몸무게의 0%에서 $23.83 \pm 9.01\%$ RVIC, 몸무게의 10%에서 $69.77 \pm 24.62\%$ RVIC, 몸무게의 15%에서 $89.15 \pm 30.80\%$ RVIC 이고, 목빗근은 몸무게의 0%에서 $17.70 \pm 3.38\%$ RVIC, 몸무게의 10%에서 $52.30 \pm 20.42\%$ RVIC, 몸무게의 15%에서 $65.88 \pm 23.63\%$ RVIC 이었다(Table 3). 근활성도 측정에 대한 본 연구 결과는 몸무게의 15% 무게인 백팩을 댔을 때가 백팩을 메지 않았을 때 보다 유의하게 증가하였다(Figure 5).

Table 2. Craniovertebral angle to the weight of the backpack (N = 12)

Weight of the backpack	Craniovertebral angle (°)
0%	73.27 ± 5.98
10%	68.51 ± 5.02
20%	64.44 ± 4.34
F	8.102
p-value	0.001*

Values are presented as mean±standard deviation. *p < 0.05.

Figure 4. Craniovertebral angle (CVA) to the weight of the backpack. *p < 0.05.

Table 3. Muscle activity of the upper trapezius and sternocleidomastoid to the weight of the backpack (%RVIC) (N = 12)

Weight of the backpack	Upper trapezius	Sternocleidomastoid
0%	23.83 ± 9.01	17.70 ± 3.38
10%	69.77 ± 24.62	52.30 ± 20.42
15%	89.15 ± 30.80	65.88 ± 23.63
F	8.918	8.7
p-value	0.012*	0.013*

Values are presented as mean±standard deviation. RVIC, reference voluntary isometric contraction. *p < 0.05.

Figure 5. Muscle activity of the upper trapezius (UT) and sternocleidomastoid (SCM) to the weight of the backpack. RVIC, reference voluntary isometric contraction. *p < 0.05.

DISCUSSION

본 연구에서 대학생들이 메고 다니는 백팩이 척추에 부하를 줄 수 있으며, 그에 따라 발생하는 자세의 비정상적 변화가 FHP를 유발하고 목 주위의 근활성도를 증가시킨다는 가설을 검증하기 위해 백팩의 무게에 따른 머리척추각과 목 주위 근활성도의 변화량을 측정하였다. 또한 실험대상자로 선정한 대학생들에게 주어지는 외적 부하인 백팩이 목 굽힘 자세를 유발하고 근활성도를 증가시킴으로써 현대인에게 자주 발생하는 FHP의 원인이 될 수 있음을 확인하고자 하였다. 본 연구에서 머리척추각에 대한 결과로는 몸무게의 0%의 무게(백팩을 메지 않았던 경우)보다 몸무게의 15%의 무게의 백팩을 댔을 경우에서 유의하게 감소하였다. 이와 같이 몸무게의 0%의 무게와 비교하였을 때 몸무게의 15%의 무게의 백팩의 경우에서 위등세모근과 목빗근에 대한 근활성도가 유의하게 증가하였다.

FHP는 머리의 위치가 신체의 정렬 중심선에서 과도하게 앞으로 위치하게 되는 자세라고 정의될 수 있다[40]. FHP를 유발하는 원인들은 목 펴근의 과도한 단축, 굽은 어깨자세, 상지교차 증후군, 부적절한 자세의 지속적인 유지, 장시간 컴퓨터 작업 등이 있다[41-44]. FHP의 정도는 머리척추각으로 측정될 수 있으며[34], 시상면상 머리척추각도가 감소함에 따라 목과 어깨의 통증이 증가하는 것을 발견하였고[26], 근활성도가 증가할수록 근 피로도가 유의하게 증가하였으며[45], 목뼈의 지속적 앞쪽 굽힘이 주위 근육들의 활성도를 증가시킬 수 있음을 확인하였다[28]. Vaghela 등[20]의 연구에서는 20명의 학생들을 대상으로 몸무게의 18%의 백팩 무게를 메고 5분 동안 계단 오르기를 했던 실험 결과에서 아무 것도 메지 않았던 결과에 비해 머리척추각의 유의한 감소를 보고하였다. 또한 최근 연구에서 Abaraogu 등[11]은 몸무게의 15% 백팩 무게가 머리척추각에 유의한 감소, 앞쪽 몸통기울임에 유의한 증가에 영향을 미친다고 보고하였으며, 백팩의 무게 중심 위치에 따른 이전의 다른 연구에서 중간 및 높은 무게 중심 위치가 낮은 위치보다 머리척추각에 유의한 감소 및 앞쪽 몸통기울임의 유의한 증가와 같은 척추의 자세에 영향을 미친다고 보고된다[46]. 본 연구에서도 대학생들이 메는 백팩의 무게에 따른 머리척추각에 유의하게 감소하는($p < 0.05$) 결과가 나타났다(Table 2). 따라서 본 연구의 결과는 신체에 미치는 증가된 외적 부하의 영향을 줄이기 위하여 중심선을 기저면의 중앙에 위치시키려는 과정에서 앞쪽 몸통기울임과 같은 비정상적인 자세로 재정렬되면서 초래된 결과가 머리척추각의 감소에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

이상적인 신체정렬은 최소한의 근활성도와 근피로를 유지하며 이상적인 자세를 유지할 수 있으나 비정상적인 신체정렬은 주위 근육들의 과도한 근활성도와 근피로 유발에 영향을 미칠 수 있다[47]. 장시간 동안 부적절한 목 자세를 만드는 무거운 백팩과 같은 요인은 비정상적인 신체정렬을 유발하여 목뼈뿐만 아니라 위쪽 등뼈에도 스트레스를 줄 수 있다[21,48]. 이전 연구들에서 머리척추각의 감소가 과도한 근활성도에 영향을 미친다고 보고되었다[49]. Kim 등[50]의 연구에서는 백팩

을 각각 뒤쪽, 앞쪽 그리고 앞/뒤쪽 동시에 사용하는 10대 학생들에게서 위등세모근, 목빗근, 중간 목뼈의 척추주위근의 근활성도가 모두 유의하게 증가했다고 보고되었다. 본 연구에서도 대학생들이 메는 백팩의 무게에 따른 위등세모근과 목빗근의 유의한 차이($p < 0.05$)가 나타났다(Table 3). 따라서 본 연구의 결과는 부적절한 백팩의 무게가 머리척추각에 감소에 영향을 미쳐 FHP를 유발하였고, 이는 부적절한 신체정렬이 유발되어 주위 근육들의 과도한 근활성도에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

마지막으로 본 연구의 결과 중 몸무게의 15% 백팩의 무게에서 위등세모근의 근활성도가 평균 $89.15 \pm 30.80\%$ RVIC로 측정되었다. 본 연구에서 무거운 백팩을 일정 시간 동안 반복적으로 착용하는 경우 근피로가 발생하여 근활성도 및 부적절한 자세에 영향을 미치는 것에 대한 최소화가 부족했다고 생각된다. Hong 등[5]의 연구에서는 평균 6세의 아동에게 몸무게의 0%, 10%, 15%, 20% 무게의 백팩을 메고 20분 간 걷는 실험으로 위등세모근, 아래등세모근, 복직근의 근활성도 및 근피로도 측정을 하였다. 이 연구의 몸무게 20% 무게 백팩 실험에서 위등세모근의 근활성도 평균 72.5% maximum voluntary contraction (MVC)를 기록하였다. 또한 위 연구의 각 실험 과정 사이에 30분간 휴식을 취하였지만 위등세모근과 아래등세모근 근피로도가 몸무게 20% 무게 실험에서 유의하게 증가하였다. 본 연구에서는 각 측정 시 2분간 휴식을 하였지만, 5분간 선 자세에서 3번 반복 측정하는 실험과정 특성상 근피로도에 대한 영향을 충분히 고려하지 않았다. 그러므로 마지막 실험과정인 몸무게의 15% 무게의 백팩을 메는 실험 측정 시 누적된 이월효과(carry-over effect)가 과도한 근활성도 유발에 영향을 끼쳤을 것으로 생각된다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫 번째, 본 연구의 대상자는 건강한 대학생이었다. 그렇기 때문에 무거운 백팩이 FHP 또는 부적절한 자세에 미치는 영향에 대해 노인 또는 청소년기의 연령층과 비교 연구가 필요할 것이다. 두 번째, 무거운 백팩의 영향을 역학적으로 증명하기 위해서는 단지 위등세모근과 목빗근뿐만 아니라 목과 어깨의 주위 근육에 어깨 올림과 목 굽힘 및 펴에 작용하는 다른 근육들도 추후 연구에서 증명해야 할 것이다. 세 번째, 실험 인원이 12명으로 결과를 일반화하기에 대상자 수가 적다는 제한점이 있다. 본 실험의 one way repeated ANOVA를 G*Power 3.1 도구를 사용한 적절한 대상자 수는 36명($f = 0.5773503$, $\alpha = 0.05$)으로 추후연구에서는 인원 추가가 필요할 것이다. 네 번째, 우세측 근육의 활성도만 측정하였으나 백팩이 양쪽에 매는 장비이므로 양쪽 모두에 미치는 영향에 대하여 연구를 할 필요할 것이다. 마지막으로 무거운 백팩을 일정 시간 이상 착용하는 경우 근피로가 발생하여 근활성도 및 부적절한 자세에 영향을 미치는 것에 대한 증명을 할 필요가 있다. 추후 연구에서는 이러한 제한점들을 참고하여 정확한 실험설계로부터 신체에 가해지는 부하량에 따른 자세 및 근활성도의 변화량을 도출해내고 그 상관관계를 확인함과 동시에 실험이 진행되는 동안 대상자의 균형을 적절하게 유지하고 보상작용을 제한하기 위한 보조도구의 이용이 필요할 수 있을 것이다. 또한 머리척

추각과 근활성도가 FHP 유발 인자로서 작용하는 생리적 기전을 밝히고 더 나은 중재 방법을 알아내기 위한 추가적 연구도 필요할 것이다.

CONCLUSIONS

본 연구는 인제대학교 재학중인 20-30대 대학생을 대상으로 시행되었다. 백팩의 무게가 머리척추각 및 위등세모근과 목빗근의 근활성도에 미치는 영향을 분석하였으며 다음의 결과를 얻었다.

1) 백팩 무게의 변화에 따른 머리척추각의 변화는 통계적으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

2) 백팩 무게의 변화에 따른 위등세모근과 목빗근의 근활성도는 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$).

따라서 학생들이 무거운 백팩을 메는 것은 가능한 지양해야 하며 한쪽에만 집중되는 부하를 분산시켜 자세의 부적절한 변형을 예방할 필요가 있다. 또한 앞으로 무거운 백팩으로 인해 자세의 변형이나 피로감 증가 및 통증을 호소하는 학생들을 위한 예방 중재 프로그램이 개발되어야 하며, 자세 변화와 근피로도 유발을 최소화할 수 있는 백팩을 착용하는 방법에 대한 연구가 필요할 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: Cheon-jun Park. Data curation: Cheon-jun Park. Formal analysis: Cheon-jun Park, Duk-hyun An. Investigation: Cheon-jun Park. Methodology: Cheon-jun Park, Duk-hyun An. Project administration: Duk-hyun An, Cheon-jun Park. Resources: Cheon-jun Park, Duk-hyun An. Software: Cheon-jun Park. Supervision: Duk-hyun An. Validation: Cheon-jun Park, Duk-hyun An. Visualization: Cheon-jun Park. Writing - original draft: Duk-hyun An, Cheon-jun Park. Writing - review & editing: Duk-hyun An, Cheon-jun Park.

ORCID

Cheon-jun Park, <https://orcid.org/0000-0002-7429-1029>

REFERENCES

1. Rai A, Agarwal S, Bharti S. Postural effect of back packs on school children: its consequences on their body posture. *Int J Health Sci Res* 2013;3(10):109-16.
2. Whittfield JK, Legg SJ, Hedderley DI. The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools. *Ergonomics* 2001;44(9):819-24.
3. Hong Y, Brueggemann GP. Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait Posture* 2000;11(3):254-9.
4. Mohan M, Singh U, Quddus N. Effect of backpack loading on cervical and shoulder posture in Indian school children. *Indian J Physiother Occup Ther* 2007;1(2):3-12.
5. Hong Y, Li JX, Fong DT. Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children. *J Electromyogr Kinesiol* 2008;18(6):990-6.
6. Limon S, Valinsky LJ, Ben-Shalom Y. Children at risk: risk factors for low back pain in the elementary school environment. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29(6):697-702.
7. Negrini S, Carabalona R. Backpacks on! Schoolchildren's perceptions of load, associations with back pain and factors determining the load. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27(2):187-95.
8. Pascoe DD, Pascoe DE, Wang YT, Shim DM, Kim CK. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics* 1997;40(6):631-41.
9. Chansirinukor W, Wilson D, Grimmer K, Dansie B. Effects of backpacks on students: measurement of cervical and shoulder posture. *Aust J Physiother* 2001;47(2):110-6.
10. Abaraogu UO, Ezenwankwo EF, Nwadike IB, Nwafor GC, Ugwuele BO, Uzoh PC, et al. Immediate responses to backpack carriage on postural angles in young adults: a crossover randomized self-controlled study with repeated measures. *Work* 2017;57(1):87-93.
11. Abaraogu UO, Ugwa WO, Onwuka E, Orji E. Effect of single and double backpack strap loading on gait and perceived exertion of young adults. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2016;29(1):109-15.
12. Daneshmandi H, Rahmani-Nia F, Hosseini SH. Effect of carrying school backpacks on cardio-respiratory changes in adolescent students. *Sport Sci Health* 2008;4(1-2):7-14.
13. Heuscher Z, Gilkey DP, Peel JL, Kennedy CA. The association of self-reported backpack use and backpack weight with low back pain among college students. *J Manipulative Physiol Ther* 2010;33(6):432-7.
14. Sheir-Neiss GI, Kruse RW, Rahman T, Jacobson LP, Pelli JA. The association of backpack use and back pain in adolescents.

- Spine (Phila Pa 1976) 2003;28(9):922-30.
15. Troussier B, Davoine P, de Gaudemaris R, Fauconnier J, Phelip X. Back pain in school children. A study among 1178 pupils. *Scand J Rehabil Med* 1994;26(3):143-6.
 16. Haisman MF. Determinants of load carrying ability. *Appl Ergon* 1988;19(2):111-21.
 17. Knapik J, Harman E, Reynolds K. Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Appl Ergon* 1996;27(3):207-16.
 18. Birrell SA, Hooper RH, Haslam RA. The effect of military load carriage on ground reaction forces. *Gait Posture* 2007;26(4):611-4.
 19. Lehenen GC, Magnani RM, de Sá e Souza GS, Rodrigues FB, de Oliveira Andrade A, Vieira MF. Effects of backpack loads and positions on the variability of gait spatiotemporal parameters in young adults. *Res Biomed Eng* 2017;33(4):277-84.
 20. Vaghela NP, Parekh SK, Padsala D, Patel D. Effect of backpack loading on cervical and sagittal shoulder posture in standing and after dynamic activity in school going children. *J Family Med Prim Care* 2019;8(3):1076-81.
 21. Straker LM, O'Sullivan PB, Smith AJ, Perry MC, Coleman J. Sitting spinal posture in adolescents differs between genders, but is not clearly related to neck/shoulder pain: an observational study. *Aust J Physiother* 2008;54(2):127-33.
 22. Cailliet R. Neck and arm pain. 2nd ed. Philadelphia, PA: F.A. Davis Co.; 1988;123-69.
 23. Griegel-Morris P, Larson K, Mueller-Klaus K, Oatis CA. Incidence of common postural abnormalities in the cervical, shoulder, and thoracic regions and their association with pain in two age groups of healthy subjects. *Phys Ther* 1992;72(6):425-31.
 24. Raine S, Twomey LT. Head and shoulder posture variations in 160 asymptomatic women and men. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78(11):823-4.
 25. Moore MK. Upper crossed syndrome and its relationship to cervicogenic headache. *J Manipulative Physiol Ther* 2004;27(6):414-20.
 26. Grimmer K, Williams M. Gender-age environmental associates of adolescent low back pain. *Appl Ergon* 2000;31(4):343-60.
 27. Fernández-de-las-Peñas C, Downey C, Miangolarra-Page JC. Validity of the lateral gliding test as tool for the diagnosis of intervertebral joint dysfunction in the lower cervical spine. *J Manipulative Physiol Ther* 2005;28(8):610-6.
 28. Schüldt K, Ekholm J, Harms-Ringdahl K, Németh G, Arborelius UP. Effects of changes in sitting work posture on static neck and shoulder muscle activity. *Ergonomics* 1986;29(12):1525-37.
 29. Attwells RL, Birrell SA, Hooper RH, Mansfield NJ. Influence of carrying heavy loads on soldiers' posture, movements and gait. *Ergonomics* 2006;49(14):1527-37.
 30. Golriz S, Peiffer JJ, Walker BF, Foreman KB, Hebert JJ. The effect of backpack load placement on physiological and self-reported measures of exertion. *Work* 2018;61(2):273-9.
 31. Whittfield J, Legg SJ, Hedderley DI. Schoolbag weight and musculoskeletal symptoms in New Zealand secondary schools. *Appl Ergon* 2004;36(2):193-8.
 32. Xu X, Hsiang SM, Mirka GA. The effects of a suspended-load backpack on gait. *Gait Posture* 2009;29(1):151-3.
 33. Grimmer K, Dansie B, Milanese S, Pirunsan U, Trott P. Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study. *BMC Musculoskelet Disord* 2002;3:10.
 34. Shaghayegh Fard B, Ahmadi A, Maroufi N, Sarrafzadeh J. Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *Eur Spine J* 2016;25(11):3577-82.
 35. Braun BL, Amundson LR. Quantitative assessment of head and shoulder posture. *Arch Phys Med Rehabil* 1989;70(4):322-9.
 36. Darling DW, Kraus S, Glasheen-Wray MB. Relationship of head posture and the rest position of the mandible. *J Prosthet Dent* 1984;52(1):111-5.
 37. Tepper M, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ, Baten CT. The effect of an ergonomic computer device on muscle activity of the upper trapezius muscle during typing. *Appl Ergon* 2003;34(2):125-30.
 38. Jensen C, Westgaard RH. Functional subdivision of the upper trapezius muscle during maximal isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 1995;5(4):227-37.
 39. Shin SJ, Yoo WG. Effect of workstation height and distance on upper extremity muscle activity during repetitive below-the-knee assembly work. *J Occup Health* 2015;57(2):193-6.
 40. Lee DY, Nam CW, Sung YB, Kim K, Lee HY. Changes in rounded shoulder posture and forward head posture according to exercise methods. *J Phys Ther Sci* 2017;29(10):1824-7.
 41. Nejati P, Lotfian S, Moezy A, Moezy A, Nejati M. The relationship of forward head posture and rounded shoulders with neck pain in Iranian office workers. *Med J Islam Repub Iran* 2014;28:26.
 42. Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI. Effects of a resis-

- tance and stretching training program on forward head and protracted shoulder posture in adolescents. *J Manipulative Physiol Ther* 2017;40(1):1-10.
43. **Shin YJ, Kim WH, Kim SG.** Correlations among visual analogue scale, neck disability index, shoulder joint range of motion, and muscle strength in young women with forward head posture. *J Exerc Rehabil* 2017;13(4):413-7.
 44. **Singla D, Veqar Z.** Association between forward head, rounded shoulders, and increased thoracic kyphosis: a review of the literature. *J Chiropr Med* 2017;16(3):220-9.
 45. **Yoon JG.** Relationship between the muscle activity and muscle fatigue of the upper trapezius and erector spinae during a walking with the backpack. *J Coach Dev* 2011;13(4):181-8.
 46. **Brackley HM, Stevenson JM, Selinger JC.** Effect of backpack load placement on posture and spinal curvature in prepubescent children. *Work* 2009;32(3):351-60.
 47. **Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI.** Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. *Braz J Phys Ther* 2014;18(4):364-71.
 48. **Khosravi F, Peolsson A, Karimi N, Rahnama L.** Scapular upward rotator morphologic characteristics in individuals with and without forward head posture: a case-control study. *J Ultrasound Med* 2019;38(2):337-45.
 49. **Lee KJ, Han HY, Cheon SH, Park SH, Yong MS.** The effect of forward head posture on muscle activity during neck protraction and retraction. *J Phys Ther Sci* 2015;27(3):977-9.
 50. **Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Yoo WG.** Changes in neck muscle electromyography and forward head posture of children when carrying schoolbags. *Ergonomics* 2008;51(6):890-901.