Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 11. No. 9, pp. 277-285, 2020

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.9.277

헤드 마운티드 디스플레이 착용이 목 관절가동범위와 목 근육 두께 및 통증에 미치는 융합연구

오소현[1], 정성대[2*], 심재훈[2], 양노열[3]
[1]백석대학교 보건학부 물리치료학과 학사
[2]백석대학교 보건학부 물리치료학과 교수
[3]충남도립대학교 작업치료학과 교수

Convergence Study of Wearing Head-Mounted Display on Cervical Range of Motion, Neck Muscles Thickness, and Pain

So-Hyun Oh[1], Sung-Dae Choung[2*], Jae-Hoon Shim[2], No-yul Yang[3]
[1]Bachelor, Dept. of Physical Therapy, Baekseok University
[2]Professor, Dept. of Physical Therapy, Baekseok University
[3]Professor, Dept. of Occupational therapy, Chungnam state University

요 약 본 연구는 헤드 마운티드 디스플레이(Head-Mounted Display; HMD) 사용이 건강한 젊은 성인들의 목관절가동범위(CROM)와 목 근육 두께 및 통증에 미치는 영향을 분석하였다. HMD 군(남자 16명, 여자 7명)은 HMD를 착용하고 30분 동안 정해진 영상을 시청하도록 하였다. 대조군(남자 15명, 여자 8명)은 HMD군과 동일한 자세로 HMD 착용 없이 30분 동안 앉아있게 하였다. 실험 전·후에 목관절가동범위, 위등세모근과 어깨올림근의 두께와 압력통증역치를 측정하고 대응표본 t검정과 독립 t검정으로 분석하였다. HMD 군의 목관절가동범위와 양쪽 위등세모근과 어깨올림근의 압력통증역치는 사전 검사 보다 유의하게 감소하였고($p<.05$), 양쪽 위등세모근의 두께는 유의하게 증가하였고($p<.05$). 반면에, 대조군은 목관절가동범위, 근육 두께 및 압력통증역치에서 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 분석 결과, 장시간 HMD 사용은 목관절가동범위와 압력통증역치를 감소시키고 근육을 비대하게 하여 목과 어깨의 근골격계 질환을 야기할 수 있으므로, 본 연구는 올바른 자세를 유지하며 적절한 시간 동안만 HMD를 사용할 것을 권장한다.

주제어 : 목 관절가동범위, 헤드 마운티드 디스플레이, 근 두께, 압력 통증 역치, 융합

Abstract The purpose of this study was to evaluate the effects of wearing Head-Mounted Display (HMD) on the cervical range of motion (CROM), neck muscle thickness, and pain in healthy young adults. The HMD group(male=16, female=7) was asked to perform sitting comfortably in a backless chair with hands on their knees with the HMD was worn on their heads to watch the video for 30 minutes. The control group(male=15, female=8) was asked to sit in the same posture as the HMD group for 30 minutes. CROM, neck muscle thickness, and pressure pain threshold (PPT) of both the upper trapezius and levator scapulae were measured before and after intervention. CROM and PPT of the upper trapezius and levator scapulae in the HMD group were significantly decreased and the thickness of the muscles in the HMD group were significantly increased more than in the pre-test ($p<.05$). There was no significant difference in CROM, muscle thickness, and PPT in the control group. Wearing HMD for a long time can cause a decrease in CROM and PPT and an increase in muscle thickness, and there is a risk of developing musculoskeletal disorders in the neck and shoulder. Therefore, this study recommends maintaining the correct posture of the neck and shoulder and using HMD only for an appropriate time.

Key Words : Cervical range of motion, Head-Mounted Display, Muscle thickness, Pressure pain threshold, Convergence

*Corresponding Author : Sungdae Choung(dae282282@bu.ac.kr)
Received June 25, 2020 Revised September 4, 2020
Accepted September 20, 2020 Published September 28, 2020

1. 서론

현대 사회에서는 IT(Information Technology) 기술 발달과 함께 신기술을 적용한 다양한 매체들이 개발되고 있다. 미디어와 기술의 융합과정에서 최근 ICT(Information & Communication Technology) 산업의 최대 이슈 중 하나는 가상현실(Virtual Reality, VR) 콘텐츠이다[2]. 4차 산업 발달과 함께 가상현실은 최대 이슈로 떠오르고 있다. 2016년의 가상현실 시장은 2014년부터 본격적으로 형성되기 시작해 2015년 23억 달러에서 전년대비 65.2% 성장한 2016년에는 38억 달러에 이르며, 2018년에는 52억 달러를 기록할 것으로 전망된다.

가상현실 디바이스는 기본적으로 머리에 쓰는 기계인 HMD(Head-Mounted Display)가 대표적이며 HMD를 쓰고 인간의 시각·청각·촉각 등을 자극시켜 마치 현실처럼 느껴지는 가상세계를 체험하도록 해준다. 가상현실 기술은 기존 2차원 디스플레이에 비해 3차원 영상 정보를 기반으로 사용자에게 높은 현실감과 몰입감을 제공하고 효율적이고 정확한 업무 및 편리한 일상생활을 가능하게 하는 장점이 있다[3]. 또한 가상현실은 학습 환경을 조성하는데 큰 이점을 제공하여 교육 분야에서의 활용이 증대되는 추세이다[4]. Kim과 Chun(2013)의 연구에 따르면 2차원 시각자료를 제시한 경우보다 가상현실 도구를 사용하였을 때 더 많은 학생들의 수업 흥미와 학업성취도를 향상시켰다고 하였으며[5], 류인영 등(2009)의 연구에서는 역사교육을 위한 가상현실 기반의 학습 콘텐츠가 책이나 전자출판, 웹 검색 방법과 같은 학습 방법보다 집중도, 자기주도적 학습, 이해도에서 높은 효과가 나타났다고 하였으며[6], 곽원규 등(2004)의 연구에서는 웹 기반 가상현실 프로그램이 학생들에게 흥미를 불러일으켰으며 공간시각화 능력이 향상되고 구체물을 활용한 학습보다 더 큰 학습효과를 얻었다고 하였다[7].

이렇듯 가상현실이 주는 여러 가지 이점이 있지만 장시간 가상현실로 인한 여러 가지 문제점도 존재한다. HMD의 장시간 착용은 여러 가지 시각 기능 및 근골격계적 질환(musculoskeletal disease)을 유발할 가능성이 높다. 기존의 다수의 연구에서 HMD가 시각 기능의 변화와 피로가 유발됨을 보고하였다. Morse 등(1999)의 연구에 따르면 HMD을 통한 가상현실 20분 시청 후 피실험자는 근거리 외사위(exophoria)가 증가 되었고 조절눈모음비는 감소되었다고 보고하였다[8]. 또한 Sharples 등(2008)에 의한 연구에 따르면 HMD는 데스크톱 모니터나 프로젝션 디스플레이에 비해 멀미나 방향 감각 상실 등을 유발한다고 하였으며[9], Lo 등(2001)의 연구에서는 20분간 HMD 사용 후 멀미가 심하게 나타난다고 하였다[10]. 또한 장비의 무게로 인해 목에서 지탱하는 머리의 무게가 증가하게 되고 이로 인해 머리뼈와 목 연결부의 앞굽음(kyphosis) 증가와 뒤통수 아래 근육 및 목과 어깨 근육의 비정상적이고 지속적인 근 수축과 같은 보상작용(compensation)이 발생되기도 한다[11]. 이로 인해 대표적인 근골격계적 질환인 머리가 앞으로 돌출된 전방머리자세(Forward Head Posture, FHP)가 유발된다.

특히, 전방머리자세는 앞으로 돌출된 머리 무게를 지탱하기 위해 위등세모근(upper trapezius), 목빗근(sternocleidomastoid), 어깨올림근(levator scapulae), 머리널판근(splenius capitis) 및 반가시근(semispinalis)은 단축되거나 비대해지고 마름근(rhomboid), 앞톱니근(serratus anterior) 등은 약화되어, 머리와 어깨 근육들의 불균형 및 비대칭을 유발하게 되어 두통 또는 어깨 과사용 증후군 등과 같은 근골격계 질환을 야기할 수 있다[12]. 또한, 목뼈와 등뼈 등의 해부학적인 구조를 변화시키고 가슴우리와 폐 기능을 변화시킨다[13]. 전방머리자세에 의한 근골격계의 구조적 변화는 호흡 근육 약화를 야기해 호흡 기능에 영향을 미친다고 주장했다[14]. 폐 기능을 확인하기 위한 호흡가스분석을 통한 연구에서는 분당 최대산소 섭취량 및 분당 최대이산화탄소 배출량을 확인하였는데, 이 두 가지 모두 감소하는 상관관계를 보였으며, 이러한 호흡 순환 기능은 비정상적인 머리 전방자세가 심할수록 낮아지고, 정상에 가까울수록 높아지는 것을 보였다[15].

또한, 전방머리자세와 동반되어 나타날 수 있는 굽은 어깨(rounded shoulder)는 작은가슴근(pectoralis minor) 및 목빗근과 어깨올림근이 단축 또는 비대해지고, 이는 팔 저림과 같은 신경학적 증상을 야기할 수 있다.

이와 같이, 이전의 가상현실 관련 연구들을 살펴보면 가상현실 체험 후 신체의 다양한 문제들을 보고하였지만, HMD로 유발되는 근골격계적 질환에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 건강한 성인을 대상으로 장시간 HMD 착용 시 목의 관절가동범위(Cervical Range of Motion, CROM)와 목과 어깨 근육 두께 및 통증에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구의 대상자는 충남 천안시 B대학교에 재학 중인 젊은 성인 남녀 46명(남자 31명, 여자 15명)으로 하였으며 무작위 방법을 이용하여 연구대상자 46명을 실험군(HMD 군)과 대조군(Control Group)에 각각 23명씩 할당하였다. 연구 대상자의 선정기준은 다음과 같다.

가. 20세 이상의 성인인 자
나. 최근 3개월 동안 어깨 및 상지의 근골격계 질환 및 신경학적 징후가 없는 자
다. 최근 3개월 동안 목과 어깨에 정형외과적 수술을 받은 경험이 없는 자
라. 본 연구의 목적을 듣고 자발적으로 동의한 자

선정된 대상자 중에서 본 연구에 대해 불편함을 느끼는 자, 최근 3개월 내 어깨 및 상지의 근골격계 질환 및 신경학적 징후가 없는 자, 최근 3개월 내 목과 어깨에 정형외과적 수술을 받은 경험이 있는 자, 본 연구목적과 절차에 동의하지 않는 자 등은 본 연구에서 배제하였다

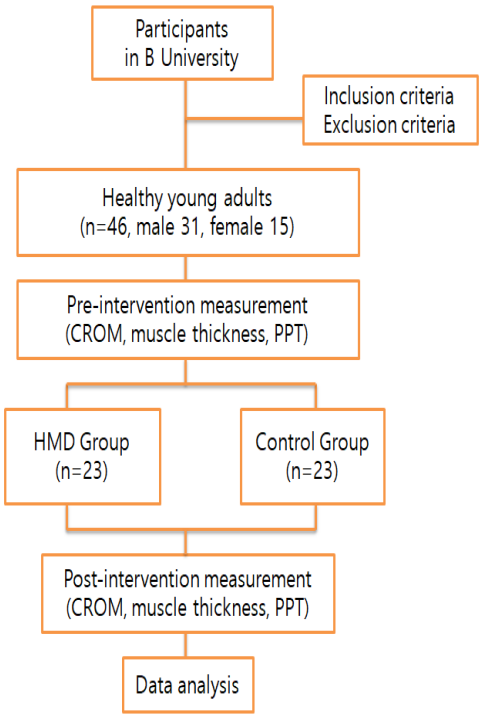

Fig. 1. Flowchart of this study.

(Fig. 1 참고). 모든 연구자는 B대학교 연구윤리교육을 수료한 후 실험을 진행하였으며, 실험 전 모든 대상자들에게 실험절차와 안전성에 대해 설명하였다. 이후 모든 대상자들은 연구에 자발적으로 참여하였다.

Table 1. Common characteristics of this study participants

	HMD Group (male=16, female=7)	Control Group (male=17, female=8)
Age (yrs)	22.4±1.5	22.96±1.5
Height (cm)	169.8±8.9	168.1±10.2
Weight (kg)	69±15.2	65.2±13.3
BMI	24.6±2.7	22.8±3.1

2.2 중재방법

2.2.1 HMD 착용군(HMD Group)

연구 대상자는 등받이가 없는 의자에 손을 무릎 위에 두고 편안히 앉도록 하였다. 가상현실 어플리케이션을 실행한 후 스마트폰을 HMD에 삽입한다. HMD의 헤드밴드를 머리에 씌우고 가상현실 글라스를 자신의 눈높이에 맞추어 착용한다. 초점조절 다이얼을 조절하여 초점을 맞춘 후 30분간 자세를 유지한 채로 가상현실 영상을 시청하도록 하였다(Fig. 2 참고).

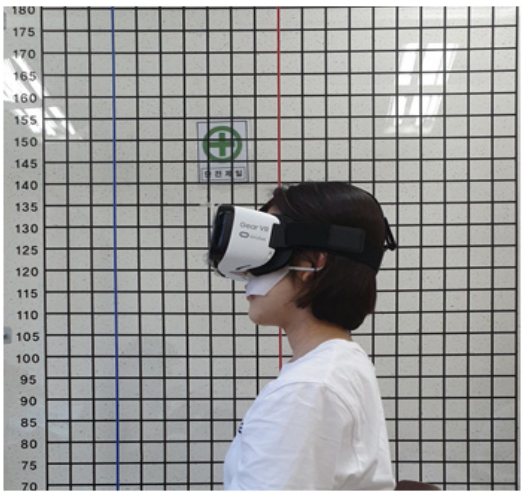

Fig. 2. Wearing the Samsung Gear VR

2.2.2 HMD 장비

HMD는 92.6 x 201.9 x 116.4 mm(세로 x 가로 x 두께)이며 무게는 318g인 Samsung Gear VR

(SM-R322, Samsung Electronics Co., Ltd, Seoul)을 사용하였다. HMD에 사용된 스마트폰은 크기 153.2 x 76.1 x 7.6 mm(세로 x 가로 x 두께)이며 무게는 171g인 갤럭시 노트5(SM-N920K, Samsung Electronics Co., Ltd, Seoul)를 사용하였다.

2.2.3 목 관절가동범위측정기

본 연구는 목의 능동적 관절가동범위를 측정하기 위해 관절가동범위측정기(CROM Deluxe, Atlas Medic's Inc, Quebec, Canada)를 사용하였다. 목관절가동범위 측정 항목은 목의 굽힘(flexion), 폄(extension), 좌측 우측 가쪽굽힘(lateral flexion), 좌측 우측 회전(rotation)을 각 2회씩 측정하여 평균값을 사용하였다.

가) 목의 굽힘, 폄 가동범위 측정

목의 굽힘 측정방법은 피험자의 목뼈를 해부학적 자세에 두고, 체간이 잘 지지가 된 상태로 앉은 자세를 취하고 어깨관절은 이완하고 손은 무릎에 놓은 상태에서 턱을 자연스럽게 가슴 쪽으로 당긴 후 측정한다. 이때 몸통을 굽히는 보상작용이 일어나지 않도록 한다(Fig. 3A 참고). 목의 폄 측정방법은 피험자의 목뼈를 해부학적 자세에 두고, 체간이 잘 지지가 된 상태로 앉은 자세를 취하고 어깨관절은 이완하고 손은 무릎에 놓은 상태에서 머리가 상부 몸통의 폄근에 접촉될 때까지 신전 후 측정한다. 이때 입을 벌리는 보상작용이 일어나지 않도록 한다(Fig. 3B 참고).

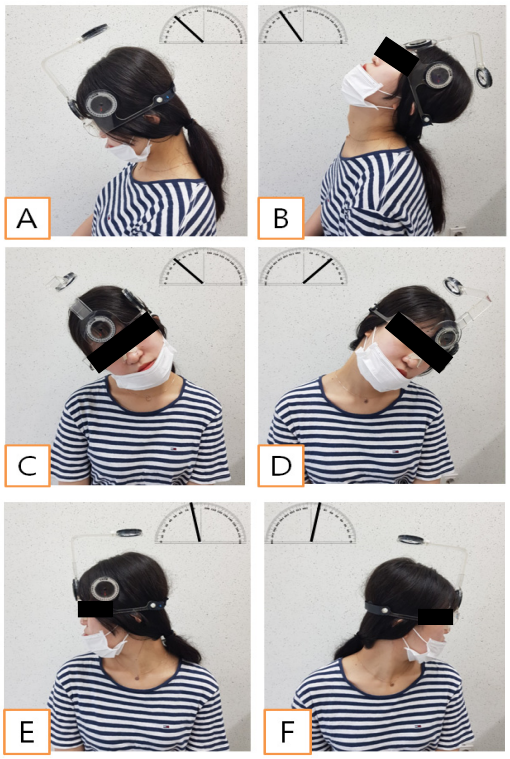

Fig. 3. Measurement of The cervical Range of Of Motion. (A: Flexion, B: Extension, C: Right Side Flexion, D: Left Side Flexion, E: Right Rotation, F: Left Rotation)

나) 목의 좌측, 우측 가쪽굽힘 가동범위 측정

피험자는 앉은 자세에서 상체를 바로 세우고 양쪽 어깨높이를 같게 한다. 측정자는 피험자가 가쪽굽힘을 하고자 하는 반대방향의 어깨를 고정하고 피험자는 완전한 목의 가쪽굽힘이 될 때까지 가쪽굽힘을 한 후 측정한다(Fig. 3C, D 참고).

다) 목의 좌측, 우측 회전 가동범위 측정

피험자는 앉은 자세에서 상체를 바로 세우고 양쪽 어깨높이를 같게 한다. 턱이 최대한 어깨선으로 회전할 때까지 회전한 후 측정한다[16](Fig. 3E, F 참고).

2.2.4 진단 초음파 장치

본 연구는 위등세모근와 어깨올림근의 근 두께를 측정하기 위하여 초음파기기 LOGIQ P6 PRO(GEInc., New Jersey, USA)를 사용하였다. 측정을 위해 선형 탐촉자(linear probe)를 사용하여 B모드 영상을 얻었다. 대상자의 허리를 중립으로 위치시키고 엉덩 관절과 무릎 관절을 90° 굽힘 한 자세로 의자에 똑바로 앉게 하였다. 손바닥은 몸을 향하도록 하였으며 양팔을 몸통 옆에놓고 머리와 목이 중립이 되게 한 후 측정하였다[17]. 측정의 신뢰도를 높이기 위하여 한명의 측정자가 측정하도록 하였으며 각 근육마다 두 번 반복 측정하여 평균값으로 산출하였다.

위등세모근은 여섯 번째 목뼈 극돌기와 견봉을 사이를 펜으로 긋고 위등세모근의 가장 돌출된 부위부터 바깥방향으로 2㎝ 천천히 도자를 옮기면서 삼각 중앙지점에서 멈춰서 피부에 직각을 유지한 상태로 관찰하여 영상을 측정하였으며[18](Fig. 4A 참고), 어깨올림근은 목빗근과 위쪽등세모근의 사이에 도자를 두고 피부에 직각을 유지한 상태로 관찰하여 영상을 측정하였다[19](Fig. 4B 참고).

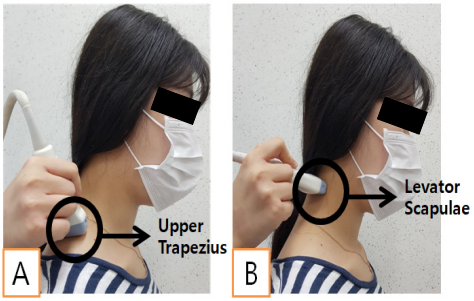

Fig. 4. Measurement Muscle Thickness. (A: Upper Trapezius, B: Levator Scapulae)

2.2.5 디지털통각계(Digital algometer)

본 연구는 위등세모근과 어깨올림근의 압통역치(Pressure-pain thresholds, PPT)를 측정하기 위해 디지털통각계(COMMANDER Algometry 2016, TECH MEDICAL, USA)를 사용하였다. 대상자의 허리를 중립으로 위치시키고 엉덩 관절과 무릎 관절을 90° 굽힘 한 자세로 의자에 똑바로 앉게 하였다. 측정자는 대상자의 측정 근육에 압력을 천천히 증가시키고 대상자에게 압력을 통증으로 느낄 때 “아” 하는 소리를 내도록 지시하였다. 통증을 느끼기 시작한 압력을 3회 측정하였고, 각 측정마다 1분의 시간을 두고 측정 위치가 변경되지 않도록 표시를 해 두었다[20].

위등세모근은 봉우리(acromion)와 목뼈 7번 사이에 있는 근복 부위에 위치한 후, 통각계를 피부표면과 수직을 이루게 하여 통증유발점 위에 직접적으로 적용하였다[21](Fig. 5A 참고). 어깨올림근은 목빗근과 위쪽등세모근의 사이에 통각계를 피부표면과 수직을 이루게 하여 측정하였다(Fig. 5B 참고).

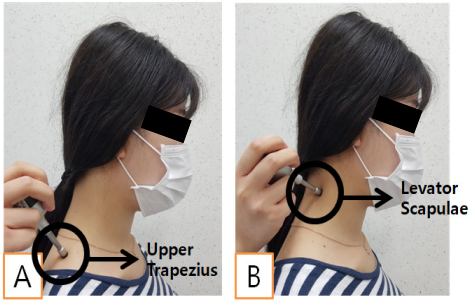

Fig. 5. Measurement Pressure Pain Threshold. (A: Upper Trapezius, B: Levator Scapulae)

2.3 분석방법

본 연구에서는 각각 중재 후 목 관절가동범위와 목 근육 두께 및 압력통증역치에 차이가 있는지 비교하기 위해 대응표본 t검정(paired t test)을 통해 이루어 졌고 그룹 간 각각 중재 후 목 관절가동범위와 목 근육 두께 및 압력통증역치에 차이가 있는지 비교하기 위해 독립 t검정(independent t test)을 사용하였다. 수집된 자료 분석은 윈도우용 SPSS ver. 20(SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하여 분석하였으며 통계학적 검증을 위해 유의수준 α는 0.05로 설정하였다. 대상자의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하였다.

3. 결과

3.1 각 집단 내의 실험 전 후 비교

3.1.1 목 관절가동범위

HMD 군의 목의 관절가동범위는 모두 유의한 감소를 보였다. 목의 굽힘에서 중재 전 64.39°에서 중재 후 61.75°로, 평균 2.64° 감소되었다($p<.05$). 목의 폄은 중재 전 39.96°에서 중재 후 34.37°로, 평균 5.59° 감소되었다($p<.05$). 목의 오른쪽 가쪽 굽힘은 중재 전 39.96°에서 중재 후 34.37°로, 평균 5.59° 감소되었다($p<.05$). 목의 왼쪽 가쪽 굽힘은 중재 전 38°에서 중재 후 33.11°로, 평균 4.89° 감소되었다($p<.05$). 목의 오른쪽 돌림은 중재 전 63.78°에서 중재 후 55.57°로, 평균 8.21° 감소되었다($p<.05$). 목의 왼쪽 돌림은 중재 전 64.52°에서 중재 후 55.35°로, 평균 9.17° 감소되었다($p<.05$)(Table 2 참고).

대조군의 목의 관절가동범위는 유의한 변화를 보이지 않았다.

3.1.2 근 두께

HMD 군에서는 양쪽 위등세모근의 근 두께에서 유의한 증가를 보였다. 오른쪽 위등세모근은 중재 전 1.07 cm에서 중재 후 1.14 cm로, 평균 0.07 cm 증가되었다($p<.05$). 왼쪽 위등세모근은 중재 전 1.03 cm에서 중재 후 1.1 cm로, 평균 0.07 cm 증가되었다($p<.05$).(Table 2 참고).

HMD 군의 어깨올림근과 대조군의 위등세모근과 어깨올림근의 근 두께에서는 유의한 변화를 보이지 않았다.

Table 2. Comparison of pre and post change in CROM, Muscle thickness, PPT

			HMD Group(n=23)				Control Group(n=23)			
			Pre	Post	t	p	Pre	Post	t	p
CROM (°)	Flexion		39.74±8.61	31.61±7.56	7.844	.000	35.26±8.99	34.22±9.45	1.417	.171
	Extension		64.39±8.79	61.75±9.04	2.108	.047	60.28±13.08	59±10.78	.759	.456
	Side Flexion	Rt.	39.96±5.02	34.37±5.88	5.962	.000	37.96±5.83	37.2±5.91	1.110	.279
		Lt.	38±5.2	33.11±4.92	6.270	.000	38.67±7.18	38.54±7.39	.137	.892
	Rotation	Rt.	63.78±12.36	55.57±11.33	6.585	.000	61.52±9.53	61.11±8.9	.461	.649
		Lt.	64.52±8.56	55.35±7.06	5.888	.000	60.02±8.5	59.8±8.97	.298	.768
Muscle thickness (cm)	Upper trapezius	Rt.	1.07±.26	1.14±.23	-3.746	.001	1.05±.24	1.03±.23	1.442	.163
		Lt.	1.03±.23	1.1±.23	-2.839	.010	.99±.23	.99±.23	.495	.625
	Levator scapulae	Rt.	0.69±.17	.7±.19	-.553	.586	.7±.13	.69±.14	1.945	.065
		Lt.	0.69±.2	.7±.19	-.250	.805	.73±.17	.72±.21	.252	.803
Pressure pain thresholds (Ib)	Upper trapezius	Rt.	7.01±4.04	5.19±2.66	3.964	.001	5.33±2.12	5.17±2.85	.558	.582
		Lt.	6.27±2.37	4.48±1.92	7.669	.000	5.56±2	5.35±2.35	1.286	.212
	Levator scapulae	Rt.	5.18±2.2	4.2±1.84	4.730	.000	4.63±1.78	4.63±2.94	.019	.985
		Lt.	5.22±2.24	4.12±1.86	5.675	.000	4.83±2.19	4.67±2.73	.984	.336

Mean±SD *p<.05
HMD: head mounted device; PPT: pressure pain threshold; CROM: cervical range of motion.

3.1.3 압통 역치

HMD 군의 양쪽 위등세모근과 어깨올림근의 압통 역치에서 모두 유의한 감소를 보였다. 오른쪽 위등세모근은 중재 전 7.01 Ib에서 중재 후 5.19 Ib로, 평균 1.82 Ib 감소되었다(p<.05). 왼쪽 위등세모근은 중재 전 6.27Ib에서 중재 후 4.48 Ib로, 평균 1.79 Ib 감소되었다(p<0.05). 오른쪽 어깨올림근은 중재 전 5.18 Ib에서 중재 후 4.2 Ib로, 평균 0.98 Ib 감소되었다(<.05). 왼쪽 어깨올림근은 중재 전 5.22 Ib에서 중재 후 4.12 Ib로, 평균 1.1 Ib 감소되었다(p<.05)(Table 2 참고). 반면, 대조군의 위등세모근과 어깨올림근에서는 유의한 변화를 보이지 않았다.

3.2 그룹 간 실험 전 후 변화량 비교

목의 관절가동범위에서는 HMD 군은 대조군에 비해 목의 굽힘, 오른쪽 가쪽 굽힘, 왼쪽 가쪽 굽힘, 오른쪽 돌림, 왼쪽 돌림이 유의하게 더 감소된 것으로 나타났다(p<.05). 근 두께에서는 HMD 군이 대조군에 비해 좌, 우

Table 3. The change of CROM, muscle thickness and PPT of the intergroup

			HMD Group (n=23)	Control Group (n=23)	t	p
CROM (°)	Flexion		-8.13±4.97	-1.04±3.53	-5.574	.000
	Extension		-2.64±6.02	-1.28±8.11	-.647	.521
	Side Flexion	Rt.	-5.59±4.49	-.76±3.29	-4.156	.000
		Lt.	-4.89±3.74	-.13±4.57	-3.865	.000
	Rotation	Rt.	-8.22±5.98	-.41±4.3	-5.080	.000
		Lt.	-9.17±7.47	-.22±3.49	-5.208	.000
Muscle thickness (cm)	Upper Trapezius	Rt.	0.74±.09	-.02±.07	3.849	.000
		Lt.	.07±.12	-.01±.08	2.644	.011
	Levator Scapulae	Rt.	.01±.10	-.02±.04	1.219	.233
		Lt.	.01±.4	-.01±.2	.338	.738
Pressure pain thresholds (Ib)	Upper Trapezius	Rt.	-1.82±2.21	-.17±1.46	-3.001	.004
		Lt.	-1.79±1.12	-.21±.79	-5.535	.000
	Levator Scapulae	Rt.	-.99±1	-.01±1.61	-2.480	.017
		Lt.	-1.1±.93	-.16±.78	-3.708	.001

Mean±SD *p<.05
HMD: head mounted device; PPT: pressure pain threshold; CROM: cervical range of motion.

위등세모근의 두께가 유의하게 더 증가된 것으로 나타났다(p<.05). 압력통증 역치에서는 HMD 군이 대조군에 비해 양쪽 위등세모근과 어깨올림근의 통증 역치가 더 감소된 것으로 나타났다(p<.05)(Table 3 참고).

4. 고찰

가상현실 시장의 규모는 급속도록 성장하고 있으며 가상현실은 게임, 오락, 교육, 군사, 영화 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 최근에는 돈을 내고 가상현실을 체험할 수 있는 체험방도 많이 생겨났으며 4D극장, 대형 테마파크형 어트랙션 체험관 등에서도 활용이 증대되어 일상생활에서도 쉽게 체험할 수 있다.

가상현실과 관련된 이전 연구에서, 교육 분야에서 활용된 가상현실의 효과 및 가상현실 체험 후 시각 기능의 변화와 피로의 유발에 대한 연구들은 다수 보고 되었지만 HMD의 장시간 착용에 따른 근골격계적 질환과 관련된 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 HMD 착용이 목 관절가동범위와 목과 어깨 근육 두께 및 통증에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 주요 결과는 다음과 같았다.

첫째, CROM은 HMD를 착용한 전 후 유의하게 감소하였다. 둘째, 양쪽 위등세모근의 근 두께는 HMD를 착용한 전 후 유의하게 증가하였다. 셋째, 양쪽 위등세모근과 양쪽 어깨올림근의 압통 역치는 HMD를 착용한 전 후 모두 유의하게 감소하였다.

본 연구 결과, HMD 착용 또는 사용 후 목의 관절가동범위가 유의하게 감소하였다. 채윤원(2009)은 만성과 특발성 긴장성 두통 환자를 대상으로 목의 관절가동범위를 정상인과 비교하는 실험을 진행하였다[22]. 연구 결과, 만성과 특발성 긴장성 두통군은 정상군에 비해 더 낮은 가동범위를 보였다. 다시 말해, 목의 관절가동범위 감소는 만성 또는 긴장성 투통 발생과 밀접한 관련이 있다. 본 연구 결과에서도 나타난 것과 같이, HMD 사용 후 유의하게 감소된 목의 관절가동범위는 두통과 같은 다양한 근골격계 질환 야기 할 수 있으므로, HMD 사용 시 주의가 필요하다고 사료된다.

김양곤 등(2013)의 연구에 따르면 하향시선이 상향시선과 눈높이 시선과 비교하여 위등세모근에 높은 값을 나타내 시선만으로 높은 근활성도가 나타나 하향 시선일 때 쉽게 피로해 진다고 보고하였으며[23], 소윤지 등(2014)은 스마트폰 사용 시 목과 어깨 근육의 피로도와 통증이 증가하며 압통의 역치가 유의하게 감소하였다고 한다[27]. Greig 등(2005)은 영상장비의 지속적인 사용이 목세움근(Cervical erector spinae)과 위등세모근의 최대 근전도의 5%이상을 유지하게 만들어 근피로를 유발한다고 하였다[25]. 정연우 등(2013)은 20대 여성 45명을 대상으로 전방머리자세에 따른 상체의 생체역학적 상관분석 결과 전방머리자세가 증가 될수록 상부목뼈는 폄되고 하부목뼈는 굽힘 된다고 하였으며, 등세모근 상부섬유의 근 활성도와 통증이 증가한다고 보고하였다[26]. 이와 같은 이전 연구들은 공통적으로 영상장비의 시청은 전방머리자세를 야기하고, 그에 따라 목과 어깨 근육의 비정상적인 변화에 대해 보고하였다. 본 연구에서도, 이전 연구들과 동일하게 HMD 사용 후 위등세모근의 근두께가 증가하였을 뿐만 아니라, 통증압력역치도 유의하게 증가하였다. HMD 사용에 따라 머리 무게가 증가하게 되고 증가된 무게만큼 목과 어깨 주위 근육들의 추가적인 수축이 필요하게 된다. 그에 따라, 근육 두께는 증가하였고 장시간 수축에 의해 근육의 통증 역치가 감소한 것으로 사료된다. 이전 연구들의 제언과 동일하게 본 연구에서도 장시간 HMD 착용은 목과 어깨의 근육의 추가적인 수축을 유발하여 근육통 발생 위험이 증가할 뿐만 아니라 근육의 반복적 사용으로 인해 과사용 증후군이 발생될 위험이 있다고 사료된다.

앞서 언급한 것과 같이, HMD의 장시간 사용은 그 무게로 인해 전방머리자세 유발할 확률이 매우 높다. 목과 어깨 및 상지의 신체구조물들은 체중의 약 1/7을 차지하는 머리의 무게를 지탱하기 위해서 항상 일정한 긴장도를 유지하고 있지만 전방 머리자세에서는 정상적인 자세보다 중력의 수직방향으로 약 3.6배의 압력이 목뼈에 가해지게 된다[27]. 이로 인해 목뼈에서의 생체역학적 부하의 분산이 감소하게 되고 상부목뼈와 머리의 폄, 하부목뼈의 굽힘의 자세를 나타낸다. 관절의 잘못된 역학적 구조 및 자세는 목뼈의 관절돌기(articular process)와 관절사이원반에 압박력이 작용하게 한다. 전방머리자세로 인한 목과 어깨의 비정상적인 정렬은 주변 근육의 정상적인 짝힘의 리듬과 근활성을 변화시키는데, 앞쪽면의 큰가슴근(pectoralis major)과 작은가슴근, 등쪽면의 위등세모근과 어깨올림근이 긴장되며, 앞쪽의 깊은 목굽힘근육(deep neck flexor)과 등쪽면의 중간등세모근(middle trapezius)과 아래등세모근(lower trapezius)의 약화가 되는 상위교차 증후군이 나타난다[28]. 이와 같은 문제는 호흡에까지 영향을 끼치게 되는데, 배원식 등(2017)은 건강한 성인 남성 40명을 대상으로 전방머

리자세와 올바른자세가 폐 기능에 미치는 영향을 분석하였다. 연구결과 전방머리자세를 가진 대상자들이 올바른 자세를 가진 대상자들에 비해 폐 기능이 감소되었다고 보고하였다[29]. 따라서 장시간 HMD 사용 시 그 무게로 인해 목은 자연스럽게 굽힘이 되고 시선은 하향시선이 되며 목과 어깨에 부하를 증가시키고 척추 자세의 유지가 어려워진다. 이런 요인들은 결과적으로 머리를 앞으로 향하는 전방머리자세를 유발시킬 수 있으며 다양한 근골격계적 질환 뿐만 아니라 폐 기능에 좋지 않은 영향을 야기할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 젊고 건강한 성인 남녀 46명을 동원하였기 때문에 목과 어깨질환이 있는 환자에게 또는 전 연령대에 일반화하기에는 어려움이 있다. 또한 본 연구에서는 임의로 HMD 착용 시간을 30분으로 설정하였지만 30분이 대상자의 신체 구조물 변화를 유발하는 가장 이상적인 시간이었는지 판단하기 어렵고 HMD 착용 시 시간에 따른 종속변수들의 변화를 확인하지 못했다. 따라서 향후 연구에서는 연구 대상자의 수를 증가시켜서 관련 모집단을 일반화하는데 더 과학적인 근거를 제시할 수 있도록 진행해야 하고, HMD 착용 시간에 따른 신체 구조물의 변화를 알아보는 연구가 지속 되어야 할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구는 건강한 남녀 성인 46명을 대상으로 장시간 HMD 착용 시 목의 관절가동범위와 목과 어깨의 근육 두께 및 통증에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. HMD 군에서 중재 후 목의 관절가동범위(굽힘, 폄, 좌우 가쪽 굽힘, 좌우 돌림)가 유의한 감소가 있었고, 양쪽 위등세모근의 근 두께에서도 유의한 증가가 있었으며 양쪽 위등세모근과 양쪽 어깨올림근의 압통역치도 유의하게 감소하였다. 따라서 본 연구는 장시간 HMD의 착용이 목의 관절가동범위와 목과 어깨 근육 두께 및 통증에 영향을 미쳐 근골격계적 질환을 유발할 수 있다고 제언하는 바이다.

REFRENCES

[1] H. J. Jang & K. H. Kim. (2017). Study on the Influence of VR Characteristics on User Satisfaction and Intention to Use Continuously -Focusing on VR Presence, User Characteristics, and VR Sickness. *The Journal of the Korea Contents Association, 18(5),* 420-431.

[2] Jeremy N. Bailenson, Nick Yee, Jim Blascovich, Andrew C. Beall, Nicole Lundblad & Michael Jin. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *Journal of the Learning Sciences, 17(1),* 102-141.

[3] D. A. Bowman & R. P. McMahan. (2007). Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? *Journal of Computer, 40(7),* 36-43.

[4] D. J. Kim & S. J. Chun. (2014). Design and Application of a Virtual Reality based Teaching Model for Field Based Learning Activities. J*ournal of The Korean Association of Information Education, 18(1),* 133-142.

[5] I. Y. Ryu. (2009). *The Embodiment of Learning Contents for History Education cased on Virtual Reality.* Master's Degree. Hanbat National University.

[6] W. G. Kwak & H. R. Kim. (2004). The Effect of Web-Based Virtual Reality Programs on Elementary Schoolers' Spatial Visualization Skills. *Journal of Educational Research, 22,* 205-223.

[7] Stephen E. Morse & Bai-Chuan Jiang. (1999). Oculomotor function after virtual reality use differentiates symptomatic from asymptomatic individuals. *Journal of Optometry and Vision Science, 76(9),* 637-642.

[8] Sharples, S., Cobb, S., Moody, A. & Wilson, J. R. (2007). Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Journal of Displays, 29(2),* 58-69.

[9] W. T. Lo & R. H. So. (2001). Cybersickness in the presence of scene rotational movements along different axes. *Journal of Applied Ergonomics, 32(1),* 1-14.

[10] H. J. Oh & G. B. Song. (2016). Effect of PNF Neck Patterns on Neck Movement and NDI in Adults with Forward Head Posture. *PNF and movement, 14(3),* 177-183.

[11] A Aaras al. (1998). Musculoskeletal, visual and psychosocial stress in VDU operators before and after multidisciplinary ergonomic interventions. *Journal of Applied Ergonomics, 32(6),* 559-630.

[12] Eleni, K., Evangelos, V. & Nikolaos, S. (2008). Neck pain causes respiratory dysfunction. *MedHypotheses, 70(5),* 1009-13

[13] Kapreli, E. et al. (2009). Respiratory dysfunction in chronic neck pain patients. A pilot study, *Cephalalgia, 29(7),* 701-710

[14] M. H. Lee & M. Chu. (2014). Correlations between Craniovertebral Angle(CVA) and Cardiorespiratory Function in Young Adults. *Journal of Korean Society of Physical Medicine, 9(1),* 107-113.

[15] J. H. Park. (2013). *The Effects of Postural Correction of Athletic Participation on Turtle Neck Syndrome.* Master's Degree. Graduate School of Sports Industry

of Kookmin University.

[16] Luca Collebrusco, Rita Lombardini & Giovanna Censi. (2017). The Use of Ultrasound Images in Manual Therapy and Additionally in Assessment of Shoulder Impingement Syndrome. *Open Journal of Therapy and Rehabilitation, 5(2),* 53-70.

[17] Cliona O'Sullivan, Jim Meaney, Gerard Boyle, John Gormley & Maria Stokes. (2009). The validity of Rehabilitative Ultrasound Imaging for measurement of trapezius muscle thickness. *Journal of Manual Therapy, 14(5),* 572-578.

[18] F. Queisser, R. Blüthner, D. Bräuer & H. Seidel. (1994). The relationship between the electromyogram-amplitude and isometric extension torques of neck muscles at different positions of the cervical spine. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 68(1),* 92-101.

[19] J. H. Lee. (2018). *Effect of Median Nerve Mobilization on Pain, the Thickness of the Neck Flexors, and Functions of Patients with Neck Radiating Pain When Traction and Vibration Were Applied to the Neck.* Master's Degree,.Department of Rehabilitation Science Graduate School, Deagu University, Korea.

[20] S. C. Seo. (2017). *Study of the Difference in Shoulder Pain, Subacromial Space and Activities of Scapular Muscles between Healthy Adults with and without Depressed Scapula.* Master's Degree. Graduate School of Physical Therapy of Sahmyook University.

[21] Y. W. Chae. (2009). The Effect of Forward Head Posture and Cervical ROM on Chronic and Episodic Tension-Type Headache in University Students. *Journal of Korean society of physical therapy, 23(2),* 71-77.

[22] Y. G. Kim et al. (2013). Influence of the Duration of Smartphone Usage on Flexion Angles of the Cervical and Lumbar Spine and on Reposition Error in the Cervical Spine. *Phys Ther Kor, 20(1),* 10-17.

[23] Y. J. So & Y. K. Woo. (2014). Effects of Smartphone Use on Muscle Fatigue and Pain and, Cervical Range of Motion Among Subjects With and Without Neck Muscle Pain. *Journal of Physical Therapy Korea, 21(3),* 28-37.

[24] Alison M. Greig, Leon M. Straker & Andrew M. Briggs. (2005). Cervical erector spinae and upper trapezius muscle activity in children using different information technologies. *Journal of Physiotherapy, 91(2),* 119-126.

[25] Y. W. Jung, W. T. Gong & H. S. Kwon. (2013). The Biomechanical Correlation Analysis of Upper Body according to Forward Head Posture. *Journal of Korean Acaemy of Orthopedic Manual Physical Therapy, 19(2),* 1-9.

[26] Sauter, S. L., Schleifer, L. M. & Knutson, S. J. (1991). Work posture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Journal of HUMAN FACTORS, 33(2),* 151-218.

[27] Janda V. (1994). *Muscles and motor control in cervicogenic disorders: assessment and management. Physical therapy of the cervical and thoracic spine,* NewYork, Churchill Livingstone.

[28] W. S. Bae, K. C. Lee, S. W. Park & Y. H. Baek. (2017). Effect of the Changes in Forward Head Posture and Neutral Head Posture on Respiratory. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine, 5(1),* 67-74.

오 소 현(So-Hyun Oh) [정회원]

· 2015년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 물리치료학과 학사
· 관심분야 : 근골격계질환, 운동치료학
· E-Mail : tjfdkgovl@naver.com

정 성 대(Sung-Dae Choung) [정회원]

· 2014년 2월 : 연세대학교 물리치료학 박사
· 2015년 3월 ~ 현재 : 백석대학교물리치료학과 교수
· 관심분야 : 근골격계질환, 근골격초음파, 운동치료학
· E-Mail : dae282282@bu.ac.kr

심 재 훈(Jae-Hoon Shim) [종신회원]

· 2010년 2월 : 한국체육대학교 건강관리학 석사
· 2009년 : 한양대학교 대학원 보건학 박사
· 2010년 3월 ~ 현재 : 백석대학교물리치료학과 교수
· 관심분야 : 운동치료학, 근골격초음파, 연구방법론
· E-Mail : clinicalpt@korea.com

양 노 열(No-Yul Yang) [정회원]

· 2014년 8월 : 연세대학교 작업치료학 박사
· 2015년 4월 ~ 현재 : 충남도립대학교 작업치료과 교수
· 관심분야 : 근골격계 작업치료학, 운동치료학, 보조공학
· E-Mail : nofever@cnsu.ac.kr