

# 웨어러블 센서 착용이 스마트폰 사용 시 발생하는 전방머리자세의 근활성에 미치는 영향

박성현, 강종호\*  
부산가톨릭대학교 물리치료학과

## The effect of wearable sensor wear on muscular activity of the head posture during smartphone use

Sung-Hyun Park, Jong-Ho Kang\*

Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

**요약** 본 연구는 스마트폰 사용으로 인해 발생하는 전방머리자세의 유발 스트레스를 줄이기 위한 웨어러블 센서 착용이 전방머리자세 유발을 일으키는 목세움근과 위등세모근의 근피로에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구는 20~30대 건강한 성인을 대상으로 하여 일반적으로 스마트폰을 사용하는 대조군, 전방머리자세에 대한 자세를 의식하며 사용하는 비착용군 그리고 웨어러블 센서를 착용하는 실험군으로 나누어 근활성도를 살펴보았다. 목세움근과 위등세모근의 근활성도는 대조군, 비착용군, 실험군과 비교하여 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 목세움근의 근활성도의 변화는 모든 군에서 증가하였고, 위등세모근의 경우 비착용군과 대조군에 비해 착용군의 근활성도가 증가하였으나 통계적 유의성은 없었다. 즉 웨어러블 센서의 착용은 의식적인 자세 조절에 있어서 효과적일 수 있지만 다른 부위의 근긴장을 유발 할 수도 있다.

**키워드** : 웨어러블 센서, 전방머리자세, 스마트폰, 근전도, 자세조절

**Abstract** The purpose of this study was to investigate the effect of wearable sensor wear on the muscle contraction of cervical erector spinae and upper trapezius causing the forward head posture induction in order to reduce the stress induced by the use of smartphone. This study was to investigate the muscle activity of healthy adults in the 20th to 30th generations by dividing them into the control group using the smartphone, the non-wearing group conscious the posture of the head posture, and the wearing group wearing the wearable sensor. There were no differences in muscle activity between cervical erector spinae and upper trapezius compared to the control, non - wearing, and wearing groups. In addition, the changes in muscle activity of cervical erector spinae muscles were increased in all groups, but the muscle activity of upper trapezius muscles were in the wear group compared to the non-wear group and the control group, but there was no statistical significance. That is, wear of the wearable sensor may be effective in controlling the conscious posture, but it may cause the compensation of another part.

**Key Words** : Wearable sensor, Forward head posture, Smartphone, EMG, Posture control

### 1. 서론

스마트폰의 보급률은 세계적으로 70%에 해당할 정도

로 대중화 되어 있으며 특히 우리나라의 경우 스마트폰의 보급률이 91%에 달하는 것으로 조사되었다[1]. 스마트폰의 높은 보급률은 생활의 편리성과 함께 다른 부작

용을 발생시키고 있다. 특히 스마트폰의 장시간 사용으로 인한 문제는 더욱 심각한 수준이다. 전체 스마트폰 이용자 중 2.4%, 13.8%가 각각 스마트폰 중독 증상을 보이는 고위험군과 잠재적 위험군으로 분류되었다[2]. 스마트폰 중독은 불안, 우울 등의 정신적인 문제와 더불어 근골격계적 문제를 유발하는 것으로 보고되고 있다[3]. Azab 등의 연구는 4시간 이상의 스마트폰 사용이 균형능력에 문제를 발생시킨다고 보고하였고 Lee등은 스마트폰의 사용으로 상지의 근활성을 증가시키고 통증을 발생시키는 것으로 보고하였다[4]. 특히 스마트폰의 지속적인 사용으로 인한 근골격계적 문제는 목과 어깨 등에서 주로 발생하는 것으로 보고되었다[5]. Greig등은 영상장비의 지속적인 사용이 목세움근(Cervical erector spinae)과 위등세모근(Upper trapezius)의 최대 근전도의 5%이상을 유지하게 만들어 근피로를 유발한다고 하였다[6]. 이러한 스마트폰의 지속적인 사용으로 인한 근피로는 신체의 전방머리자세를 유발하는 것으로 보고되고 있다[7]. 전방머리자세는 목뼈의 생체역학적 부하의 분산을 감소시키고 목뼈의 압박력을 증가시키는 원인이 되며 이는 목뼈의 퇴행성 변화를 유발한다[8]. 이러한 전방머리자세의 문제점을 해결하기 위해 다양한 치료와 교정운동이 사용되어지고 있다[9]. 또한 전방머리자세의 예방을 위한 바이오 피드백 시스템들도 사용되어지고 있다[10]. 그 중에서도 웨어러블 센서(Wearable Sensor)를 이용한 바이오 피드백 시스템은 일상생활 중에서도 지속적인 자극 전달을 통해 착용자에게 잘못된 자세의 정보를 전달하여 자세교정의 효과를 줄 수 있는 것으로 알려져 있다[11]. 또한 웨어러블 센서를 통한 일상생활중의 자세에 대한 모니터링이 자세교정에 효과가 있다고 보고 하였고 웨어러블 센서는 점차 의료시장 뿐만 아니라 피트니스의 영역까지 확대 성장 할 것이라고 보고하였다[12]. 하지만 웨어러블 센서를 통한 전방머리자세의 예방에 관한 연구들은 목뼈의 각도 변화를 살펴본 연구들이 대다수였고 전방머리자세를 유발하는 가장 큰 원인 중 하나인 근육의 문제를 살펴본 연구는 없었다. 특히 전방머리자세를 유발하는 목세움근과 위등세모근의 근피로는 전방머리자세를 교정하기 위하여 반드시 해결되어야 할 문제이다. 그래서 본 연구는 스마트폰 사용으로 인해 발생하는 전방머리자세의 유발 스트레스를 줄이기 위한 웨어러블 센서 착용이 전방머리자세 유발을 일으키는 목세움근과 위등세모근의 근피로에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상자

본 연구는 하루에 3시간에서 5시간정도 스마트폰을 사용하는 20대에서 30대에 해당되는 10명의 건강한 성인 남자와 여자를 대상으로 진행되었다. 거북목 혹은 전방머리자세 등의 이상소견이 있는 자, 상지의 기능 이상이 있는 자는 제외하였다. 그리고 상지 등의 수술 경력이 있는 자들이 제외 되었다. 모든 연구대상자는 실험 전 실험 참가자들은 연구의 목적과 참여방법에 대하여 충분한 설명을 듣고 실험 참여에 동의 한자로 하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 스마트폰

본 연구를 위해 크기(세로×가로×두께) 153.2×76.1×7.6mm이며 무게는 171g의 무게를 가진 갤럭시 노트5(SM-N920, Samsung Electronics Co., Ltd., Seoul, Korea) 스마트폰 기기를 사용하였다. 대상자들은 각자 자유롭게 실험간 스마트폰을 실시하였으며 전화를 받는 동작등은 실험 목적상 제한하였다.

#### 2.2.2 웨어러블 교정 장치

대상자의 자세 교정 예방을 위해 일상생활에서 착용형 자세 추적장치 Alex(Wearable posture tracker, Alex-N5, N. Inc, Korea)를 사용하였다. 본 기구는 양측 귀에 걸어 목 뒤쪽으로 착용하는 착용형 기구로, 내부에 목의 기울기에 따라 연동되는 3축 가속도 신호 측정시스템이 내장되어 있다. 머리와 목이 척추 중심선 위로 올라오는 자세를 90도로 정의하고, 이 자세를 기준으로 전방으로 경추부가 기울어지는 각도를 측정한다. 움직임의 단위시간을 1분 간격으로 나누었으며, 해당하는 1분 동안 앉아있는 시간보다 움직이는 시간이 많다면 이 구간은 동적구간(Dynamic epoch)으로, 움직이는 시간보다 앉아있는 시간이 많다면 정적 구간(Static epoch)으로 구분된다. 정적구간은 다시 경추부가 각도 20도 이상 전굴되어 있는 자세를 Poor posture로 정의하였으며, 이에 해당하지 않는 바른 자세 구간을 Good posture로 구분하여 저장된다.

#### 2.2.3 표면근전도

스마트폰 사용동안 목세움근과 위등세모근의 표면 근

전도 신호를 수집하기 위해 근전도 시스템(LXM3204, LAXTHA Inc., 한국)을 사용하였으며, Telescan 프로그램을 이용 하여 분석하였다. 표면전극은 지름이 30mm인 소형 표면전극(Kendall, USA)을 사용하였으며 두 전극 간의 간격은 2cm로 배치하였다. 표면근전도 전극들을 양쪽 목세움근과 위등세모근의 근육섬유의 주행방향에 평행하게 부착하였다. 근전도 상의 잡음을 피하고 저항을 줄이기 위하여 근전도 부착 부위의 피부 주변을 청결히 하고 제모를 실시하였다. 그리고 선행연구에 따라 목세움근의 근전도 전극과 위등세모근의 전극을 각각 부착하였다[13]. 실험을 통하여 얻게 된 근전도 자료는 1,000Hz의 비율로 표면화하여 기록되었으며, 근전도 수치를 통해 직접 전달된 전기적 신호 파형(Raw data)은 연구의 목적에 따라 보다 정확한 정보를 얻기 위하여 RMS(Root Mean Square)값으로 정량화 하였다. 본 연구에서는 근전도 신호의 비교를 위해 특정 동작의 근수축을 기준 수축(Reference voluntary contra: RVC)으로 삼아 이를 기준으로 표준화하는 %RVC 방법을 사용하였다. 측정 시턱을 당기고 서있는 자세에서 팔꿈관절을 완전히 편 후 양팔을 바깥돌림하여, 날개뼈의 연장선에 일직선이 되도록 하였다. 손바닥이 위를 향하게 하여 1kg의 아령을 양손에 들고 5초간 유지하는 동안 근전도 신호를 각각 3회 반복 측정하였다. 5초 값에서 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균 RMS 값으로 측정하였으며 근피로를 예방하기 위해 각 측정 사이에 10초의 휴식을 취하였다.

### 2.3 실험절차

대상자들의 적응을 피하기 위해 총 3일에 걸쳐서 동일 대상자에게 실험을 실시하였다. 대상자들은 스마트폰을 하는 동안 무릎과 엉덩관절은 모두 90도가 되고 발은 바닥에 닿아있도록 의자의 높이를 조절하였고 등받이에 기대어 앉지 않도록 하였다. 먼저 첫날은 모든 대상자에게 일반적으로 가장 편한 자세에서 스마트폰 게임을 실시하

도록 하였고 게임을 실시하는 동안 5분에 걸쳐 총 3회씩 근전도를 측정하였다. 그리고 각 회당 30초씩의 휴식시간을 갖게 하였다. 그리고 다음날 대상자는 장치를 착용한 후 장치를 작동 시키지 않은 채 대상자 스스로가 바른 자세를 유지하도록 주의 시킨 후 스마트폰 게임을 실시하도록 하였고 게임을 실시하는 동안 5분에 걸쳐 총 3회씩 근전도를 측정하였다. 마지막으로 대상자는 교정 장치를 착용하고 장치를 작동시킨 후 스마트폰 게임을 실시하도록 하였고 게임을 실시하는 동안 5분에 걸쳐 총 3회씩 근전도를 측정하였다.

### 2.4 자료분석

본 연구에서 실험 결과 처리는 윈도우용 SPSS 12.0 통계프로그램을 사용하였다. 장치 착용 후 장비 작동 여부에 따른 목세움근과 위등세모근의 근전도 차이를 분석하기 위하여 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 사용하였고, 사후검정으로 LSD를 이용하였다. 통계학적 유의수준  $\alpha$ 는 0.05 로 하였다.

## 3. 결과

본 연구는 스마트폰 이용 시 발생하는 전방머리자세의 예방에 웨어러블 디바이스가 미치는 영향을 알아보기 위한 연구였다. 본 연구는 스마트폰 사용 시 발생하는 근피로를 측정하기 위하여 양측 목척추세움근과 양측 등세모근의 %RVC를 측정하였다. 왼쪽 목척추세움근에서 대조군(C), 착용하지 않고 의식적으로 조절한 비착용군(N.W), 착용군(W)은 각각 26.98±17.95, 26.88±16.56, 25.05±15.43으로 나타났고, 오른쪽 목척추세움근은 32.26±23.68, 27.15±15.71, 26.75± 14.98으로 나타났다. 윗 등세모근의 경우 왼쪽에서 16.78±12.35, 5.81±10.98, 17.09±13.56으로 나타났고 오른쪽에서 14.26±7.5, 8.87±17.27, 22.96± 20.97으로 각각 나타났다. 본 연구의

Table 1. Differences in %RVC between different wearable device

		C	N.W	W	F	p
CES	L	26.98±17.95	26.88±16.56	25.05±15.43	.06	.93
	R	32.26±23.68	27.15±15.71	26.75±14.98	.44	.65
UT	L	16.78±12.35	15.81±10.98	17.09±13.56	.05	.95
	R	14.26±7.5	18.87±17.27	22.96±20.97	1.14	.33

CES=Cervical Erector Spinae, UT=Upper Trapezius

C=Control, N.W=Not Wear, W=Wear

\*.p<.05

결과는 Table 1과 같다. 목세움근과 윗등세모근의 근활성도는 아무런 통제 없이 스마트폰을 사용한 대조군, 의식적으로 자세를 교정한 비착용군과 웨어러블 디바이스를 착용한 착용군과 비교하여 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>.05$ ). 목세움근의 근활성도의 변화는 모든 군에서 증가하였고, 윗등세모근의 경우 비착용군과 대조군에 비해 착용군의 근활성도가 증가하였고 특히 우측 착용군의 근활성도가 가장 증가한 것으로 나타났다. 하지만 통계적 유의성은 없었다.

#### 4. 고찰

본 연구의 결과 스마트폰을 사용하는데 있어서 웨어러블 디바이스의 착용은 착용 유무에 따라 근활성도의 통계적 차이를 발생하지 않았다.

특히 목세움근의 경우는 웨어러블 디바이스의 착용 유무 뿐만 아니라 좌,우의 근전도 변화가 통계적으로 나타나지 않았다. 그러나 윗등세모근의 경우 웨어러블 디바이스를 착용한 우측에서 근전도 수치가 다른 곳에 비해 통계적으로 유의하지는 않지만 가장 큰 수치를 기록하였다. 이는 실험 참가자 대부분이 우측 우세손이기 때문인 것으로 사료된다. 하지만 통계적 유의성은 없었다. 이는 대상자의 수가 적었던 것 때문으로 생각된다. Schuldt 등은 연구와 같이 목의 지속적인 전방굽힘은 목 주변 조직의 부하를 증가시키며 이는 목 주변의 근 긴장도를 높인다는 연구결과와 일치하였다[14]. 이러한 자세 변형을 예방하기 위하여 기존의 많은 연구들이 여러 가지 방법을 동원하여 자세 변화에 대한 인지 추정을 중요한 요소로 제안하였다. 압력 센서 패드, 컴퓨터 기반 웹캠, 신체가속도 센서등이 이러한 자세 변화에 대한 신체의 인지 추정을 가능하게 하는 장치로 여겨졌다. 그 중에서도 본 연구에 쓰인 3축 중력 가속도 센서를 이용한 웨어러블 디바이스는 실제 인체와 중력중심선 상의 각도 차이에 의한 변화를 신체에 알려줌으로서 보다 빠르고 즉각적인 인지추정을 가능하게 만들었다. 이러한 웨어러블 디바이스를 이용한 연구에서 웨어러블 센서를 착용한 집단이 목 굽이 각도에 대한 자세의 인지 추정을 하는데 도움이 된다는 것을 보고하였다[15]. 하지만 이러한 자세의 인지 추정이 근긴장도의 감소를 유발하는지는 연구가 부족하였다. 특히 웨어러블 디바이스의 착용으로 인한 지속적인 자세 경고는 대상자로 하여금 근활성의 증가를

유발할 수도 있을 것으로 보여진다. 우측 우세손인 대상자들의 우측 윗등세모근의 근활성이 웨어러블 디바이스 착용군에서 가장 큰 값을 나타냈다. 이는 스마트폰의 이용을 위해 머리를 전방으로 이동하는 대신 스마트폰을 들고 있는 팔의 높이를 증가시키기 위한 것으로 보여진다. 즉 자세교정을 위한 바른 자세의 입력이 또 다른 부위의 근 긴장을 유발한 것이다. 자세의 인지 추정을 목적으로 한 장치는 대상자들의 의식적인 자세 교정을 목표로 하기 때문에 대상자들 스스로 인지하며 자세를 수정하는 반면 본 연구에 사용된 웨어러블 디바이스의 경우 대상자의 의식적인 인지 없이 지속적인 수정 정보가 전달되므로 근활성의 차이가 없었던 것으로 사료된다. 또한 대상자 수가 적어 결과 값의 차이를 추정하기에 어려움이 있었던 것으로 보여진다.

#### 5. 결론

스마트폰을 사용하는데 있어서 웨어러블 디바이스의 착용이 전방머리자세를 유발하는 목세움근과 윗등세모근의 근피로의 증가에 미치는 영향은 통계적으로 유의하지 않았다. 기존의 연구가 웨어러블 디바이스의 사용을 통한 목과 머리의 각도 변화에 초점을 맞추었다. 그러나 본 연구에서는 통계적 유의성은 없었지만 우세손인 오른쪽 윗등세모근의 근피로 수치가 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 스마트폰의 지속적인 사용으로 인한 것이라고 판단되어진다. 웨어러블 디바이스의 목적인 전방머리자세의 나쁜 자세를 예방하는데 있어서 장치의 사용시 지속적인 경고는 오히려 사용자의 인지 추정에 근긴장도의 증가 등 부작용을 줄 수 있으므로 개선되어야 할 것이다.

#### REFERENCES

- [1] KOREA DEVELOPMENT INSTITUTE. (2016). *Mobile Trend in 2016*. Seoul : KOREA DEVELOPMENT INSTITUTE.
- [2] Ministry of Science. (2016). *A Survey on reliance on smartphones and the Internet in 2015*. Seoul : ICT and Future Planning.
- [3] K. H. Hwang, Y. S. Yoo & O. H. Cho. (2012). Smartphone overuse and upper extremity pain, anxiety,

- depression, and interpersonal relationships among college students. *The Journal of the Korea Contents Association*, 12(10), 365-375.  
DOI : 10.5392/jkca.2012.12.10.365
- [4] D. R. El Azab, D. I. Amin & G. I. Mohamed. (2017). Effect of smart phone using duration and gender on dynamic balance. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 6(1), 42-49.  
DOI : 10.1589/jpts.26.1013
- [5] M. K. Lee et al. (2015). The effects of smartphone use on upper extremity muscle activity and pain threshold. *Journal of physical therapy science*, 27(6), 1743-1745.
- [6] A. M. Greig, L. M. Straker & A. M. Briggs. (2005). Cervical erector spinae and upper trapezius muscle activity in children using different information technologies. *Physiotherapy*, 91(2), 119-126.  
DOI : 10.1016/j.physio.2004.10.004
- [7] K. T. Yoo & H. S. Lee. (2016). Effects of Therapeutic Exercise on Posture, Pain and Asymmetric Muscle Activity in a Patient with Forward Head Posture: case report. *Journal of Korean Society of Physical Medicine*, 11(1), 71-82.  
DOI : 10.13066/kspm.2016.11.1.71
- [8] L. A. Tan, D. C. Straus & V. C. Traynelis. (2015). Cervical interfacet spacers and maintenance of cervical lordosis. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 22(5), 466-469.  
DOI : 10.3171/2014.10.spine14192
- [9] S. S. Lynch et al.(2010). The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers. *British journal of sports medicine*, 44(5), 376-381.  
DOI : 10.1136/bjism.2009.066837
- [10] N. Y. Yang & J. S. Oh. (2014).Effects of Visual Biofeedback on Movement Patterns of Neck Lateral Bending and Muscle Activation of Sternocleidomastoid During Neck Rotation in Adults with Forward Head Posture. *Journal of Korean Society of Physical Medicine*, 9(4), 425-432.  
DOI : 10.13066/kspm.2014.9.4.425
- [11] J. Lee, Y. Chee, J. Bae, H. Kim & Y. Kim. (2016). The Wearable Sensor System to Monitor the Head & Neck Posture in Daily Life. *Journal of Biomedical Engineering Research*, 37(3), 112-118.  
DOI : 10.9718/jber.2016.37.3.112
- [12] A. Pantelopoulos & N. G. Bourbakis. (2010). A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(1), 1-12.  
DOI : 10.1109/tsmcc.2009.2032660
- [13] G. Å. Hansson et al. (2000). Sensitivity of trapezius electromyography to differences between work tasks— influence of gap definition and normalisation methods. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(2), 103-115.  
DOI : 10.1016/s1050-6411(99)00030-9
- [14] K. Schuldt et al. (1986). Effects of changes in sitting work posture on static neck and shoulder muscle activity. *Ergonomics*, 29(12), 1525-1537.  
DOI : 10.1080/00140138608967266
- [15] Y. Jung, D. Kang & J. Kim. (2010). Upper body motion tracking with inertial sensors. *2010 IEEE International Conference on* (pp. 1746-1751). USA : IEEE.  
DOI : 10.1109/robio.2010.5723595

## 저 자 소 개

박 성 현(Sung-Hyun Park)

[정회원]



- 2013년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과 학사
- 2016년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과 석사
- 2016년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭대학교 일반대학원 물리치료학과

<관심분야> : 재활, 융합, 중소기업

강 종 호(Jong-Ho Kang)

[정회원]



- 2000년 2월 : 한국방송통신대학교 보건학과 학사
- 2005년 2월 : 대구대학교 물리치료 전공 석사
- 2008년 2월 : 대구대학교 물리치료 전공 박사

▪ 2012년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과 교수

<관심분야> : 물리치료, 스포츠, 중소기업, 융합