

핸드폰 사용이 목과 어깨 근육의 근육활성도와 피로도에 미치는 영향

박주희¹, 강선영¹, 전혜선²

¹연세대학교 대학원 물리치료학과, ²연세대학교 보건과학대학 물리치료학과, 보건환경대학원 인간공학치료학과

The Effect of Using Smart-Phones on Neck and Shoulder Muscle Activities and Fatigue

Joo-hee Park¹, BHSc, PT Sun-young Kang¹, MSc, PT, Hye-seon Jeon², PhD, PT

¹Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Yonsei University,

²Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University,

Dept. of Ergonomic Therapy, The Graduate School of Health and Environment, Yonsei University

Abstract

The smart-phone has become a necessity for most people. In this study, we determined that using a smart-phone for 20 minutes can cause increased neck and shoulder muscle activities and fatigue. Seventeen healthy male smart-phone users who attended Yonsei University played a smart-phone game for 20 minutes and changes in their bilateral cervical erector spinae and upper trapezius muscle activities and fatigue were measured. To assess muscle activities and fatigue, we used the following variables: the median frequency, the 50th percentile Amplitude probability distribution function (APDF) value (median load), and the discrepancy in the 90th percentile APDF value and the 10th percentile APDF value (APDF range). A paired t-test was used to compare pre-smart-phone-use status with post-smart-phone-use-status. The median frequency of the bilateral cervical erector spinae and the upper trapezius decreased significantly after 20 minutes of smart-phone use ($p < .05$). In addition, the 50th percentile APDF value of the bilateral cervical erector spinae and the right upper trapezius increased significantly ($p < .05$). The APDF range of the bilateral cervical erector spinae and the upper trapezius also increased significantly ($p < .05$). However, the 50th percentile APDF range of the left upper trapezius was not significantly different ($p > .05$). These findings suggest that using smart-phones for 20 minutes can induce muscle fatigue and increased neck and shoulder muscle activities.

Key Words: Amplitude probability distribution function; Cervical erector spinae; Median frequency; Smart-phone; Upper trapezius.

I. 서론

스마트폰 사용은 정보화 시대에 발맞추어 매우 빠르게 증가하고 있다. Pew Research Center(2013)에 따르면 미국 스마트폰 사용 인구는 미국 전체 인구의 56%이며, 또한 하루 평균 스마트폰 사용시간은 5.1시간, 주말에는 5.6 시간으로 스마트폰의 보급률이 증가하면서 스마트폰 사용시간도 급격하게 증가한 것으로 보고되었

다. 스마트폰의 보급률이 증가하면서 스마트폰 사용시간도 급격하게 증가한 것으로 보고되었다. 하지만 이렇게 오랫동안 스마트폰과 같은 영상단말기(visual display terminal)를 사용하는 것은 목과 허리 통증 어깨 뭉침과 같은 근·골격계 장애(musculoskeletal disorder)를 유발할 수 있다(Kim 등, 2013).

Greig 등(2005)은 영상단말기를 사용하는 동안 목세움근(cervical erector spinae)과 위등세모근(upper tra-

pezius)의 근활성도가 최대 근전도의 5% 이상으로 유지된다고 하였다. 최대 근전도 신호의 5% 이상이 1시간 이상 지속되게 되면 피로를 유발한다는 Sjogaard 등(1986)의 연구결과로 재해석 한다면 영상단말기 사용이 목과 상지근육의 피로도 증가 및 근·골격계 문제와 서로 밀접한 관계가 있다고 볼 수 있다. 특히 스마트폰과 같이 작고 이동성이 있는 영상단말기의 사용은 데스크톱 컴퓨터와 같은 기존 영상단말기에 비해 사용자의 근골격계에 더 큰 영향을 미친다(Szeto과 Lee, 2002). Straker 등(2008)의 연구에서는 화면이 작은 영상단말기인 태블릿 컴퓨터 사용 시 일반 데스크톱 컴퓨터에 비해서 목이 더 많이 굽혀졌고, 어깨 주변 근육들의 근활성도가 증가한다고 보고하였다. 이는 화면이 작은 영상장비는 화면이 큰 영상장비보다 상대적으로 시선이 낮기 때문에 목이 더 많이 굽혀지고 목의 균형을 맞추기 위해 펴근이 활성화 되어 목세움근의 부하가 높아지기 때문이다(Greig 등, 2005). 또한 Shin과 Zhu(2011)의 연구에 따르면 터치스크린 컴퓨터를 사용할 때 팔을 많이 움직이며 팔이 지지되지 않고 공중에 떠 있는 시간이 상대적으로 길 뿐만 아니라 시선이 데스크톱 컴퓨터 사용 시 보다 더 아래에 위치하므로, 터치스크린 컴퓨터 사용 시 목과 어깨에 피로가 더 빠르게 나타났고, 목 부위의 부하가 증가했다고 하였다.

많은 논문에서 특정 상지 작업을 수행하는 동안 목과 어깨 근육에 가해지는 부하와 근 피로의 정도를 측정하기 위해 다양한 방법의 표면근전도 데이터 분석이 시도되었다. 스펙트럼 분석은 근 피로의 정도를 확인하기 위해 흔히 사용되어왔으며, 스펙트럼 분석에서 중앙주파수(median frequency)값은 피로도가 높아질 시 감소한다(Hägg, 1992; Murata과 Ishihara, 2005). Murata과 Ishihara(2005)는 중앙주파수와 진폭확률분포함수(amplitude probability distribution function; APDF) 값이 근육의 피로를 나타내는 지표이며, 주관적으로 느끼는 피로한 느낌과도 관련이 있다고 주장하였다. 또한 Christensen(1986)은 지속적인 드릴작업을 하는 동안 어깨근육의 근활성도와 피로도를 조사하였는데, 피로가 높아진 상태에서 중앙주파수 값은 낮아지고 10th%와 50th%APDF값은 높아지는 것을 확인 하였다. 일정 시간 정적 작업을 하는 동안 APDF는 다양한 강도에서 근육의 활성도를 표현하는데(Hagberg, 1979), 이전 연구는 APDF가 특정 근 수축강도에서의 근활성도를 나타내므로 근육 긴장도의 높고 낮음을 비교분석할 수 있

는 기법이라고 소개하였다(Jonsson 등, 1988). 높은 근긴장도는 통증과 피로를 야기하며 Szeto 등(2009)의 연구에 의하면 통증이 있는 환자가 정상인과 비교하여 높은 APDF 값을 보였다. 그러나 Szeto 등(2009)의 연구에서는 APDF 값을 제시하는 것 만으로는 피로도를 나타내는데 부족하다고 보고하였으며, 중앙주파수와 더불어 근 피로도나 통증을 나타낼 수 있는 지표로 근활성도의 신호 강도의 변동 정도인 APDF범위를 함께 제시하였다. APDF범위는 APDF변동 정도를 수치화 하기 위해 높은 강도의 근활성 상태인 90th%APDF값과 낮은 강도의 근활성 상태인 10th%APDF값의 사이의 범위로 흔히 사용한다. 또한 APDF범위를 통해 근육의 운동 조절의 적절성을 확인할 수 있으므로 피로, 통증과 같은 일과 관련된 근·골격계 질환(work-related musculoskeletal disorders; WMSD)의 위험요소를 나타낼 수 있는 지표로 사용할 수 있다(Szeto 등, 2009).

아이패드(ipad), 태블릿컴퓨터, 또는 스마트폰과 같은 휴대가 가능한 영상단말기는 데스크톱 컴퓨터를 사용할 때와 비교하여 단말기의 위치가 다르기 때문에 사용하는 동안의 신체자세와 근 활성 패턴 또한 달라지지만(Szeto과 Lee, 2002), 이전 연구에서는 주로 데스크톱 컴퓨터와 노트북 컴퓨터 등의 영상단말기 사용에 대해 연구하였고, 휴대가 가능한 영상단말기인 스마트폰에 대해서는 아주 적은 수의 논문만이 발표되었다. 또한 근육의 부하정도와 피로도를 분석하는데 있어서 중앙주파수 값과 APDF값, 그리고 APDF범위를 함께 연구한 논문은 없었다. 이에 본 연구는 표면 근전도의 중앙주파수, 50th%APDF값과 APDF범위의 다양한 측정변수들을 사용하여, 지속적인 스마트폰 사용이 목세움근과 위등세모근의 피로도 및 통증에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 본 연구의 가설로는 스마트폰을 20분 사용한 후 중앙주파수 값은 감소하고, 50th%APDF값과 APDF범위는 증가할 것 이라고 설정하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 하루에 3시간에서 5시간정도 스마트폰을 사용하는 20대에서 30대에 해당되는 17명의 건강한 성인 남자를 대상으로 진행되었다. 선천성 상지 장애가 있는 경우, 심각한 수술적 또는 신경학적 병이 있는 경

Table 1. General characteristics of subjects

(N=17)

Characteristics	Mean±SD ^a	Range
Age (year)	21.1±1.9	20~25
Height (cm)	174.3±4.3	168~178
Weight (kg)	65.4±5.9	57~75
Duration of smart-phone use (hour/day)	3.9±.6	3~5

^amean±standard deviation.

우, 상지에 심각한 부상이나 통증이 있는 경우에는 연구대상자에서 제외하였다. 모든 연구대상자는 실험 전에 실험 참가자들은 연구의 목적과 참여방법에 대하여 충분한 설명을 듣고 실험 참여에 동의하였다. 연구대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 실험기기 및 측정도구

가. 스마트폰

본 연구를 위해 크기(세로×가로×두께) 151.1×80.5×9.4 mm이며 무게는 183 g의 무게를 가진 갤럭시 노트II (SHV-E250S, Samsung Electronics Co., Ltd., Seoul, Korea) 스마트폰 기기를 사용하였다. 대상자들은 이 스마트폰을 이용하여 높은 점수를 얻기 위해 많은 집중이 요구되는 경쟁적인 게임의 일종인 애니팡이라는 온라인 게임을 하였다.

나. 표면 근전도(surface electromyography; sEMG)

스마트폰 사용동안 어깨 부위에서 안정성을 제공하는(Zhang 등, 2011) 목세움근과 위등세모근의 표면 근전도 신호를 수집하기 위해 Noraxon Telemetry 2004T(Noraxon Inc., Scottsdale, AZ, USA)을 사용하였다. 표본수집률(sampling rate)은 1500 Hz 였고, 고역 통과 필터는 10 Hz, 저역 통과 필터는 450 Hz로 설정하였다. 활성 전극사이 간격이 2 cm bipolar 표면근전도 전극들을 양쪽 목세움근과 위등세모근의 근육섬유의 주행방향에 평행하게 부착하였다. Criswell과 Cram(2010)가 출간한 교재에 따라 목세움근의 근전도 전극은 양쪽 C4의 주변의 목세움근에 부착하였고, 상부등세모근의 전극은 C7과 견봉의 중간 지점에서 약간 바깥쪽에 부착하였다.

근전도 값의 정량화를 위해서 기준근 수축(reference voluntary contraction; RVC) 방법을 사용하였으며, 1

kg 아령을 양팔을 날개뼈면(scapular plane)상에서 90도 벌린 자세에서 1 kg의 아령을 들고 15초 동안 유지하는 동안의 근전도 신호를 수집하였고, 이 중 중앙 5초 동안의 평균값을 RVC 값으로 정하였다(Kim 등, 2013).

다. 시각적 사상 척도(visual analog scale)

시각적 사상 척도(visual analog scale; VAS)은 환자의 통증 정도를 파악하는 방법의 하나이며, 10 cm길이의 선을 환자에게 제시하여 환자가 느끼는 통증의 정도를 표시하게 한다. 좌측 끝은 통증이 전혀 없는 상태(0점)를 뜻하고 우측 끝은 최대통증강도(10점)를 의미한다.

3. 실험방법

모든 대상자의 시작자세의 정량화를 위해서 데이터 수집을 시작하기 전 측각기(goniometer)를 사용하였다. 대상자들에게 엉덩관절과 무릎관절을 90도 굽히고, 발은 바닥에 놓고 편한 상태도 앉도록 지시하였다. 먼저 스마트폰 사용 없이 편하게 앉은 자세에서 1분간 근전도를 측정하였다. 스마트폰 사용 시에는 스마트폰을 편하게 볼 수 있도록 허리를 살짝 굽힌 자세에서 시작하도록 하였는데, 과도한 굽힘을 방지하기 위해서 팔꿈치를 구부려서 스마트폰을 빗장뼈 수준까지 들어 올리도록 하였다. 스마트폰 게임은 대상자들이 20분간 지속적으로 스마트폰을 사용하도록 하기위해 스마트폰에서 제공되는 온라인 게임을 하도록 하였는데, 경쟁적이고 20분 동안 지속적으로 집중을 할 수 있는 애니팡 게임이 선택되었다. 연구자는 대상자들이 가능하면 높은 점수를 얻도록 격려했고, 일단 스마트폰 게임을 시작하면 목과 허리의 자세유지를 강요하지 않고 게임에만 집중하도록 지시하였다. 스마트폰을 20분동안 사용한 후에, 스마트폰 게임 시작 전과 같은 편하게 앉은 자세에서 1분간 근전도를 측정하였다. 근전도 신호 수집을 위한

모든 실험과정을 마친 후, VAS를 이용하여 통증정도를 보고하도록 하였다.

4. 자료 분석

가. 중앙주파수값

목세움근과 위등세모근의 중앙주파수 값을 측정하기 위해서 수집된 근전도 신호는 Noraxon Myoresearch ver. 1.08 (Noraxon Inc., Scottsdale, AZ, USA)을 통해 디지털 처리했으며, 소프트웨어의 Fast Fourier transformation방식을 이용하여 중앙주파수 값을 산출하였다. 중앙주파수는 근전도 스펙트럼에서 중앙값을 의미하며, 근육의 피로도가 높으면 주파수 스펙트럼이 낮은 쪽으로 이동한다(Murata과 Ishihara, 2005). 이는 오랫동안 정적자세를 유지하게 되면 젖산이 축적되게 되는데 이런 젖산 축적으로 인해 피로도가 증가하여 중앙주파수 값이 감소하는 것으로 볼 수 있다(Gerdle 등, 1989).

나. APDF 분석

본 실험에서 수집된 원근전도 데이터(raw EMG data)는 MyoResearch ver. 1.08 신호처리 소프트웨어를 이용하였으며, ASCII 파일의 형태로 변환되어 개인 컴퓨터에 저장하였다. 50%APDF값과 10-90%APDF범위를 구하기 위해 MATLAB R2008a (MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA) 프로그램을 사용하였다. 본 연구에서는 자세유지근인 목세움근과 위등세모근을 측정하였으므로 Szeto 등(2009)의 연구에 근거하여 50th%APDF값을 이용하였다. 근활성도의 변동정도는 90th와 10th%APDF 값의 범위로 나타내었다.

다. 통계학적 자료 분석

스마트폰 사용 전후의 목세움근과 위등세모근의 중앙주파수값, 50th%APDF값과 APDF범위를 비교하기 위해 짝비교 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 모든 통계처리는 SPSS ver. 18.0 프로그램을 이용하였고, 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

중앙주파수 값은 스마트폰을 장기간 사용한 후 양쪽

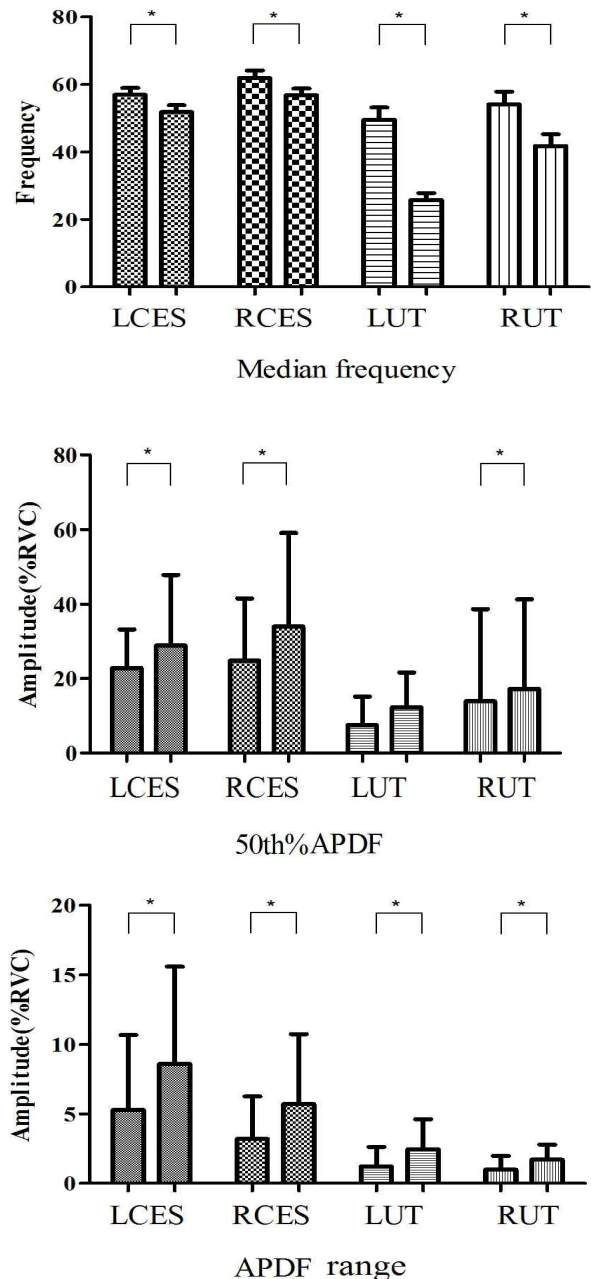


Figure 1. Comparison of each muscles between before using smart-phone and after 20 minutes using smart-phone (APDF: amplitude probability distribution function, LCES: left cervical erector spinae, RCES: right cervical erector spinae, LUT: left upper trapezius, RUT: right upper trapezius, * $p < 0.05$).

목세움근과 위등세모근이 스마트폰 사용하기 전에 비해 유의하게 감소하였다($p < 0.05$)(Figure 1). 양쪽 목세움근

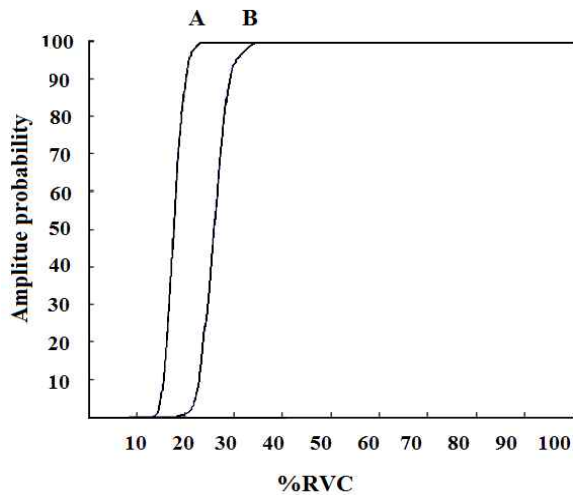


Figure 2. Amplitude probability distribution function (APDF) graph of upper trapezius muscle (Line A: before smart-phone use, Line B: after 20 minutes smart-phone use).

과 등세모근 윗갈래근의 50th%APDF값은 스마트폰 사용 후 유의하게 증가하였으나, 왼쪽 위등세모근의 50th%APDF값은 증가하는 경향을 보였을 뿐, 통계학적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>.05$). APDF 범위는 모든 근육에서 스마트폰을 장기간 사용한 경우가 사용하기 전의 경우보다 유의하게 증가하였다($p<.05$). 스마트폰 사용 전 모든 참가자들의 목과 어깨의 VAS 점수가 0이었으나 스마트폰 사용 후 평균 4.2로 증가되었다. Figure 2는 전형적 근전도 패턴을 보인 한 명의 대상자의 스마트폰을 사용 전 후의 우측 위등세모근 APDF 그래프이다. X축은 %RVC 단위로 정량화 된 근전도 신호 진폭을, Y축은 해당 X 축의 값에 해당 되는 근전도 신호 값의 누적확률을 백분위로 정량화 시킨 것이다(Merletti과 Parker, 2004). 측정된 모든 근육의 APDF 누적분포 그래프에서 스마트 폰 사용 후에 APDF 곡선이 우측으로 이동하는 경향을 보였고, 경사도가 완만해 지는 전형적인 근 피로의 양상을 볼 수 있었다.

IV. 고찰

본 연구는 20분간 스마트폰을 사용할시 중앙주파수 값과 APDF 값을 이용하여 근육의 피로도와 근활성도에 대해 알아보았다. 장기간 스마트폰 사용은 목세움근과 위등세모근의 중앙주파수 값이 유의하게 감소하였으

며($p<.05$), 50th%APDF값과 APDF 범위 값은 유의하게 증가하였다($p<.05$). 본 연구의 결과에 따르면 스마트폰의 장기적 사용이 근육에 피로를 유발하였다는 사실을 보여준다.

EMG 연구에서, 피로도를 측정하기위해 근육의 활성도와 중앙주파수 값을 측정한다. 중앙주파수 값을 측정할 수 있는 방법으로는 총 3가지가 있는데, 첫 번째 방법으로는 등척성 수축을 하는 방법, 두 번째 방법으로는 기준 자세(reference activity)에서 비교하는 방법, 세번째 방법으로는 근활성도와 주파수의 관절분석(joint analysis of EMG amplitude and spectrum)을 하는 방법이 있다(Zhang 등, 2011). 중앙주파수 값은 근활성도, 힘(force), 피로도에 영향을 받기에 중앙주파수 값을 측정하는 동안 근활성도와 힘이 일정해야 피로도에 따른 중앙주파수 값을 얻을 수 있다. 본 연구에서는 두 번째 방법을 사용하여 중앙주파수 값을 얻었으며, 어깨와 목에 부하가 가하지 않기 위해 편안하게 앉은 자세를 취하게 하였고 스마트폰 사용 전과 후의 자세를 동일하게 하여 힘과 활성도에 영향을 적게하였다. 본 연구에서의 중앙주파수 결과 값에 따르면 20분 동안 스마트폰을 사용하였을 경우 값이 유의하게 감소했다. 이러한 이유는 근섬유 종류의 특성으로 설명할 수 있다. 근섬유 종류는 마이오신 아데노 트리포스파타아제(myosin adenosine triphosphatase)에 기초하여 높은 주파수 대역을 가지는 빠른 근섬유(fast fiber)와 상대적으로 낮은 주파수 대역을 가지는 느린 근섬유(slow fiber)로 나눌 수 있다. 빠른 근섬유는 느린 근섬유보다 큰 활동전위전달속도(action potential conduction velocity)를 가지므로 초반 정적 근수축에 많은 기여를 하고, 빨리 피로를 느껴 오랫동안 근수축을 할 시, 느린 근섬유가 근수축에 많은 기여를 하게된다. 또한 정적인 자세를 오래유지하게 되면 피로를 야기 시키는 젖산, K^+ , 그리고 H^+ 등의 축적은 동기성(synchronization) 증가, 운동단위의 발화율 감소, 그리고 내재근 활동 비율의 변화를 가져오기 때문에 주파수 스펙트럼을 낮은 쪽으로 이동시킨다(Arendt-Nielsen과 Mills, 1985; Gerdle 등, 1989; Kupa 등, 1995). 따라서 스마트폰의 사용은 중앙주파수값을 낮은쪽으로 이동시킨 것으로 보아 장시간 사용하게 될 경우 피로를 유발할수 있다고 사료된다.

APDF 값은 주로 10th, 50th, 그리고 90th%APDF 값이 주로 사용되는데, 각각 낮은강도, 중간강도, 그리고

높은강도의 근 부하상태에서 근활성도를 나타낸다 (Jonsson, 1982). 그 중 자세유지근인 목세움근과 위등세모근에서는 중간 값인 50th%APDF값이 주된 지표로 사용된다(Szeto과 Lin, 2011). 본 연구의 결과에서는 스마트폰을 장시간 사용할 경우 양쪽 목세움근과 오른쪽 위등세모근의 50th%APDF값이 유의하게 증가되었다 ($p<.05$). 왼쪽 위등세모근의 50th%APDF값은 증가되었지만 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 이는 오른쪽 손이 우세손인 실험자들을 대상으로 하였기 때문에 게임을 할 시 상대적으로 왼쪽 손을 적게 사용해, 왼쪽 어깨가 오른쪽 어깨보다 적은 부하를 받았기 때문인것으로 추측된다. Greig 등(2005)에 따르면, 노트북 컴퓨터를 이용하는 것이 데스크탑 컴퓨터를 이용하는 것 보다 높은 근활성도를 가진다. 노트북 컴퓨터를 사용할시 시선이 아래로 향하므로, 목 주변 근육의 부하 증가로 피로가 야기되어 직업능력의 저하가 있을 수 있다고 보고하였다. 이와 같은 결과를 뒷받침 해주는 Kim 등(2013)의 연구에 따르면 하향시선이 상향시선과 눈높이 시선과 비교하여 위등세모근에 높은 50th%APDF값을 나타내 시선만으로 높은 근활성도가 나타나 하향 시선일 때 쉽게 피로해 진다고 주장하였다. 또한 Szeto와 Lee(2002)에서 작은화면의 영상단말기는 목굽힘을 증가시키므로 큰화면 영상단말기를 사용할 때 보다 근골격계 질환을 유발할 가능성이 높다고 보고하였다. 스마트폰은 노트북 컴퓨터보다 더 낮은 눈높이를 가지며, 작은 화면을 가지므로 20분 이상 스마트폰 사용은 다른 영상단말기를 사용하는 것 보다 높은 피로도와 통증을 야기할 수 있다.

Murata와 Ishihara(2005)은 피로도가 증가할수록, 심호변동 정도 역시 증가한다고 보고하였다. 본 연구의 결과에 의하면 20분 동안 스마트폰 게임을 한 후, 목세움근과 위등세모근의 APDF범위가 스마트폰을 사용하기 전 APDF범위보다 유의하게 증가하였다($p<.05$). APDF범위가 크면 근활성도의 변동정도가 많아지기 때문에 피로도가 높음을 의미한다(Szeto 등, 2005c; Szeto 등, 2009). Lin(2008)은 컴퓨터 키보드를 치는 동안 손목에 만성통증이 있는 그룹에서 APDF 누적분포 그래프의 경사도가 완만하고, 90th%APDF값과 10th%APDF값의 차이가 더 컸다고 보고하였다. 통증이 있거나 피로도가 높아진 근육은 계속적인 스트레스로 목 주변의 자세근육의 움직임 조절을 어렵게 하여, 주어진 작업을 하는 동안 심호변동이 많아지게 된다

(Szeto과 Lin, 2011). 그러므로 오랫동안 스마트폰 사용을 하는 것은 피로도와 통증 그리고 더 나아가 만성질환을 야기할 수 있다.

본 연구는 스마트폰을 20분 동안 사용하였을 때, 근육의 중앙주파수 값, APDF값, 그리고 APDF범위가 어떻게 변화하는지 확인하였다. 게다가 이런 피로를 유발하는 자세를 지속적이고 반복적으로 유지할 시에는 운동 조절 방법을 변화시키며, 또한 비효율적인 운동 조절 전략을 사용할 것으로 추측된다(Szeto 등, 2005a; Szeto 등, 2005b). 이를 종합해 볼 때 스마트폰을 20분 이상 사용할 경우 만성 목 통증을 유발할 위험이 있다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 목세움근과 위등세모근의 측정을 위하여 실험자들의 상의 탈의가 필요했으므로 남자 대상자에게 수행되어 본 연구의 결과를 일반화 시키는데 다소 어려움이 따를 수 있다. 둘째, APDF분석법은 일을 하는 동안 수축정도를 분석할 뿐, 근육의 휴식정도를 확인할 수 없다. 그러므로 추후 연구에서는 근육 휴식정도를 확인할 수 있는 추가적인 근전도 신호분석기법을 추가하여 APDF분석값과 비교하는 연구가 필요할 것이다. 마지막으로, 본 연구는 단기적인 사용 효과, 즉 1회의 20분간의 스마트폰 사용에 의한 변화를 관찰하였기에 장기간 연속적인 스마트폰 사용에 의한 영향을 관찰하지 못하였다. 추후에는 스마트폰 사용시간을 좀 더 연장하여 6주 이상의 변화 추이를 비교하는 연구와 이미 발생한 문제를 가진 대상자를 위한 효과적인 치료중재 방법을 찾아내기 위한 연구가 수행되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 성인 남자 17명을 대상으로 스마트폰을 장기간 사용하였을 때 목과 어깨 근육의 피로도 정도를 알아보았다. 20분 이상 핸드폰을 사용할 경우 양쪽 위등세모근과 목세움근의 중앙주파수가 유의하게 감소하였으며 양쪽 목세움근과 오른쪽 위등세모근의 근활성도(50th%APDF)가 유의하게 증가하였다. APDF범위는 양쪽 목세움근과 위등세모근 모두 유의하게 증가하였다. 이는 스마트폰을 20분 이상 사용하게 되면 피로도가 증가한다는 것을 나타낸다. 따라서 스마트폰 사용자는 스마트폰 사용 시 올바른 자세를 취하고, 중간에 휴식과 스트레칭 등의 예방적 행동을 취하기를 권고한다.

References

- Arendt-Nielsen L, Mills KR. The relationship between mean power frequency of the emg spectrum and muscle fibre conduction velocity. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1985;60(2):130-134.
- Christensen H. Muscle activity and fatigue in the shoulder muscles during repetitive work. An electromyographic study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1986;54(6):596-601.
- Criswell E. Cram's Introduction to Surface Electromyography. 2nd ed. Sudbury, MA, Jones & Bartlett Publishers, 2010:49-53.
- Gerdtle B, Elert J, Henriksson-Larsén K. Muscular fatigue during repeated isokinetic shoulder forward flexions in young females. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1989;58(6):666-673.
- Greig AM, Straker LM, Briggs AM. Cervical erector spinae and upper trapezius muscle activity in children using different information technologies. *Physiotherapy.* 2005;91(2):119-126.
- Hagberg M. The amplitude distribution of surface EMG in static and intermittent static muscular performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1979;40(4):265-272.
- Hägg GM. Interpretation of emg spectral alterations and alteration indexes at sustained contraction. *J Appl Physiol.* 1992;73(4):1211-1217.
- Jonsson B. Measurement and evaluation of local muscular strain in the shoulder during constrained work. *J Hum Ergol (Tokyo).* 1982;11(1):73.
- Jonsson BG, Persson J, Kilbom Å. Disorders of the cervicobrachial region among female workers in the electronics industry: A two-year follow up. *Int J Ind Ergon.* 1988;3(1):1-12.
- Kim TJ, Cho SH, Cynn HS. A comparison of trapezius muscle activity while performing a dictation task, sitting in an auditorium chair and a classroom chair. *Phys Ther Kor.* 2012;19(1):46-55.
- Kim YG, Kang MH, Kim JW, et al. 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.* 2013;20(1):10-17.
- Kupa EJ, Roy SH, Kandarian SC, et al. Effects of muscle fiber type and size on emg median frequency and conduction velocity. *J Appl Physiol.* 1995;79(1):23-32.
- Lin K-mJ. A study of biomechanical factors associated with computer mouse use in symptomatic and asymptomatic office workers. Kowloon, The Hong Kong Polytechnic University, Doctoral Dissertation. 2008.
- Merletti R, Parker P. Electromyography: physiology, engineering and non-invasive applications. 1st ed. Hoboken, NJ, Wiley-IEEE Press, 2004:347-348.
- Murata A, Ishihara H. Evaluation of shoulder muscular fatigue induced during mouse operation in a vdt task. *IEICE Trans Inf Syst.* 2005;88(2):223-229.
- Pew Research Center. Smartphone Ownership 2013 [Internet]. Washington D.C., 1990 [cited 2013 June 5]. Available from: <http://www.pewinternet.org/Reports/2013/Smartphone-Ownership-2013/Findings.aspx>.
- Shin G, Zhu X. User discomfort, work posture and muscle activity while using a touchscreen in a desktop pc setting. *Ergonomics.* 2011;54(8):733-744.
- Sjøgaard G, Kiens B, Jørgensen K, et al. Intramuscular pressure, emg and blood flow during low level prolonged static contraction in man. *Acta Physiol Scand.* 1986;128(3):475-484.
- Straker LM, Coleman J, Skoss R, et al. A comparison of posture and muscle activity during tablet computer, desktop computer and paper use by young children. *Ergonomics.* 2008;51(4):540-555.
- Szeto GP, Lee R. An ergonomic evaluation comparing desktop, notebook, and subnotebook computers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(4):527-532.
- Szeto GP, Lin JK. A study of forearm muscle activ-

ity and wrist kinematics in symptomatic office workers performing mouse-clicking tasks with different precision and speed demands. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(1):59-66.

Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work-2: Neck and shoulder kinematics. *Man Ther.* 2005a;10(4):281-291.

Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. The effects of typing speed and force on motor control in symptomatic and asymptomatic office workers. *Int J Ind Ergon.* 2005b;35(9):779-795.

Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. Examining the low, high and range measures of muscle activity amplitudes in symptomatic and asymptomatic computer users performing typing and mousing

tasks. *Eur J Appl physiol.* 2009;106(2):243-251.

Szeto GP, 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.* 2005c;15(6):544-555.

Zhang FR, He LH, Wu SS, et al. Quantify work load and muscle functional activation patterns in neck-shoulder muscles of female sewing machine operators using surface electromyogram. *Chin Med J (Engl).* 2011;124(22):3731-3737.

This article was received July 13, 2013, was reviewed July 13, 2013, and was accepted August 5, 2013.