

손목보조기가 키보드 타이핑작업 시 상지근육 피로도에 미치는 영향

김민
한서대학교 대학원 물리치료학과

노정석, 신현석
한서대학교 물리치료학과

김장환
한서대학교 의료보장구학과

Abstract

The Effect of Cock-up Splinting on Upper Extremity Muscle Fatigue During Keyboard Typing

Min Kim, M.Sc., P.T.

Dept. of Physical Therapy, The Graduate school, Hanseo University

Jung-suk Roh, Ph.D., P.T.

Heon-seock Cynn, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Hanseo University

Jang-hwan Kim, M.Sc., P.T.

Dept. of Prosthetics and Orthotics, Hanseo University

With the introduction of the video display terminal (VDT), the efficiency and productivity of work has improved. However, VDT syndrome is threatening the health of workers as a side effect of prolonged use of a VDT. Among various VDT syndromes, the musculoskeletal disorder, especially, the cumulative trauma disorder (CTD) is the common research topic related with upper extremities function. The aim of this study was to investigate the effect of the wrist-hand orthosis (WHO) on fatigue in middle deltoid, anterior deltoid, serratus anterior, and upper trapezius during one-hour computer keyboard typing. Twelve healthy subjects participated in this study. Surface electromyography was used to assess the localized muscle fatigue (LMF), and the LMF was calculated at 10 minutes, 20 minutes, 40 minutes, and 60 minutes in each muscle, with and without the WHO. Data were analyzed by paired t-test with a level of significance of .05. The results of this study are as follows: 1) At 10 minutes, the LMF decreased significantly with applied WHO in the middle deltoid, anterior deltoid, and upper trapezius ($p=.001$, $p=.026$, $p=.019$, respectively). 2) As the computer keyboard typing period increased, there were no significant LMF differences, except for the upper trapezius. Therefore, it can be concluded that the WHO can be applied to decrease the LMF for the initial 10 minute period in the middle deltoid, anterior deltoid, and upper trapezius, but that the long term effect of WHO in reducing the LMF was proven only in upper trapezius during continued computer keyboard typing.

Key Words: Electromyography; Median frequency; Wrist splint.

I. 서론

컴퓨터와 영상출력장치(visual display terminal; VDT)의 도입으로 작업양식이 수작업에서 자동화로 바뀐에 따라 작업의 능률 및 생산성이 향상 되었으나, 장기적으로 VDT 작업자의 건강을 위협하는 잠재적이 요인들이 새로운 문제로 대두 되었다(이중호 등, 2006; 임상혁 등, 1997). 장기적으로 VDT를 사용하는 작업자들에게 나타나는 증상을 통칭하여 VDT 증후군이라 한다. VDT 증후군에는 근골격계 장애, 시각계 장애, 심리적 장애, 피부 장애 및 생식 장애 등이 포함 되는데, 근골격계와 시각계의 장애가 가장 많이 발생하는 것으로 알려져 있다. 근골격계의 장애의 위험요인으로는 정적인 자세, 반복적인 동작, 긴 시간 지속적인 작업, 불안한 자세, 무리한 힘을 필요로 하는 작업 등이 있고, 주로 경부, 견부, 완부, 수부의 만성적인 통증과 감각이상을 호소하는 경견완 장애가 발생하는 경우가 대부분이다(신홍중과 최승훈, 2004). 시각계 장애의 위험요인으로는 부적절한 조명이 있으며 심리적인 장애 요인으로는 정신사회적 스트레스가 있다(송인광 등, 2001; Foglemen 등, 2002; Park 등, 2000). 이러한 VDT 증후군의 위험요인들 중 가장 활발히 연구가 진행되고 있는 것은 근골격계 장애와 관련된 위험요인들이다(최정화 등, 1999).

VDT 증후군에서 나타나는 상지 근골격계 장애를 포괄하는 개념으로 누적성 외상증후군(cumulative trauma disorder; CTD)이 사용된다(김수근과 정해관, 1998; Mekhora 등, 1999). 누적성 외상증후군은 VDT 작업과 같은 연속적인 반복동작을 수행하는 사람들에게서 많이 발생하는 증후군으로 장시간의 반복적인 동작으로 인해 근육, 관절, 혈관, 신경들에 미세한 손상이 발생하는 증후군이다(서승록, 2000).

VDT 증후군 중 상지의 근골격계 장애 즉, 상지의 누적성 외상증후군을 예방하고 감소시키기 위한 다양한 연구들이 진행되어왔다(Mekhora 등, 2000). 이중호 등(2006)은 VDT 작업 시 모니터의 위치가 경부근육에 미치는 영향을 연구한 결과 모니터의 높이가 증가함에 따라 흉쇄유돌근의 근활성도가 증가한다고 하였고, 다른 근육들에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 박수찬 등(1991)은 키보드 높이가 견갑대 근육들에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 키보드의 높이가 증가함에 따라 상완의 외전이 증가하여 삼각근의 근활성도가 증가하였고 어깨가 위로 올라가게 되어 승모근의 근활성도가 증가하였으나, 키보드 높이가 감소함에 따라 견갑근의 근활성도가 증가하였다. 이러한 연구 결과들은 VDT 작

업 시 과도한 모니터의 높이와 부적절하게 높거나 낮은 키보드의 위치가 상지 근육들의 활성도를 증가시켜 근골격계 장애의 위험요인이 될 수 있음을 보여주었다.

Szeto 등(2005c)은 VDT 작업 시 키보드를 누르는 힘이 증가함에 따라 상지 근육들의 활성도와 통증이 증가함을 보고하였고, 특히 이러한 결과들은 VDT 증후군의 과거력이 있는 집단에서 두드러지게 나타난다고 하였다. 서승록과 우승완(2000)의 연구에서는 1시간의 VDT 작업이 상지의 피로도 증가를 보인다고 하였으며, 특히 우세 손에서의 피로도 증가를 관찰할 수 있었다. Cook 등(2004)은 작업 자세를 변수로 연구한 결과, 손목받침대를 이용하여 타이핑 작업을 한 경우가 손목을 지지하지 않고 작업을 한 경우와 전완전체를 지지하고 작업한 경우에 비하여 근활성도가 유의하게 감소함을 보고하였다. 이 연구는 적절한 상지의 지지가 VDT 작업 시 상지 근육의 근활성도를 감소시킬 수 있음을 보여주었다. Szeto 등(2005b)은 1시간의 VDT 작업동안 중앙주파수의 변화를 연구한 결과 VDT 작업 초기에는 중앙주파수의 유의한 감소를 보였으나, 작업시간이 증가함에 따라 승모근을 제외한 다른 근육들에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 VDT 작업 초기에 상지근육의 근피로를 보여 주었으며, 승모근에서는 지속적으로 피로를 보였다.

누적성 외상증후군의 하나인 수근관 증후군 환자의 비수술적 치료방법으로 cock-up형 손목보조기(wrist-hand orthosis)가 사용되고 있다. 손목보조기는 수근관 증후군 환자의 손과 손목의 통증을 유의하게 감소시키고 손의 기능은 향상시키는 역할을 한다(Werner 등, 2005). 반복적인 휠체어 밀기와 같은 동작은 손목에 지속적으로 과도한 힘을 가하고 과신전을 유발하여 누적성 외상증후군인 수근관 증후군을 일으킬 수 있다. Malone 등(1998)은 휠체어 밀기동작에 손목보조기가 미치는 영향을 연구한 결과 손목보조기의 착용이 휠체어 밀기 동작동안 손목의 과신전을 감소시켜 줌으로써 보조기의 사용이 작업 속도는 유지 하면서 작업의 질을 향상시킴을 보여주었다.

손목보조기를 착용하는 목적은 동통 감소를 위한 휴식(rest) 및 보호, 기형의 예방 및 교정, 약화되거나 상실된 근력의 보조(assistance), 그리고 관절의 지지와 고정 및 견인(traction)이다(김장환 등, 2006). 손목보조기의 역할은 손목이 움직이는 동안 손목을 지지하여 주고, 스프링 역할을 통해 탄성을 유지하며 보호해준다(장대진 등, 2003; Taylor 등, 2003). 또한 신체적 기능의 향상과 질환의 진행을 느리게 해줌으로써 결과적으로 통증의 감소와 불완전한 관절의 움직임을 제한시키고 관절

의 무게를 배분하여준다(Gravlee와 Van Durme, 2007). 손목보조기의 사용으로 근골격계 질환을 유발시키는 요소들을 완전히 제거 할 수는 없지만 보조기를 착용 하는 동안은 잠재적인 상지의 사용을 금하고 이차적 유해 요소들을 감소시킬 수 있다(William 등, 2000).

이와 같이, 손목보조기가 수근관 증후군과 같은 누적성 외상증후군이 발생하였을 때 치료방법의 하나로 사용되고 있으나 예방의 목적으로는 사용되지 않고 있다. 또한 상지의 누적성 외상 증후군 유발의 원인이 되는 VDT 작업 시 타이핑 작업에 손목보조기가 미치는 영향을 연구한 논문은 없었다. 따라서 본 연구에서는 장시간의 타이핑 작업 시 손목보조기의 착용이 상지 근육의 피로도에 미치는 영향을 시간대에 따라 살펴봄으로써 VDT 증후군에 대한 손목보조기의 예방효과를 검증하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 건강한 20대의 남자 대학생 12명을 대상으로 실험을 실시하였으며, 모든 대상자는 상지에 통증이 없는 자로 선정하였다. 대상자 모두 3년 이상 컴퓨터를 이용하여 타이핑 작업을 수행해 왔으며, 한글의 읽고 쓰기가 가능할 뿐만 아니라 타이핑 작업 시 자판을 보지 않고 타이핑이 가능하며 평균 150타/분 이상의 타자능력을 가진 자들로 하였다.

상지의 선천성 기형, 정형 외과적 혹은 신경학적인 질환이나 변형이 있는 자는 제외하였고, 기타 근골격계 질환을 일으키는 다른 요소인 비만자, 흡연자, 호르몬 이상자 등은 연구에 포함시키지 않았다.

모든 대상자에게 연구내용에 대한 충분한 설명을 하였으며, 이에 동의한 자를 대상으로 실시하였다.

2. 실험도구

가. 실험기기

본 연구에서는 타이핑 작업 동안 상지 근위부의 네 근육(중삼각근, 전삼각근, 상승모근, 전거근)의 근피로도를 측정하기 위하여 근전도(electromyography)기기¹⁾와 지름이 1 cm, 전극간 간격이 2 cm인 이극표면전극(bi-

polar surface electrode)²⁾을 사용하여 근전도를 측정하였다. 타이핑 과제 수행을 위해 QWERTY형태의 수직정렬된 키보드와, LCD 모니터를 사용하였으며, 한컴타자 연습프로그램을 사용하였다.

나. 손목보조기 제작방법

본 연구에서 사용한 보조기는 cock-up형 손목보조기이다. Cock-up형 손목보조기는 전완 전면부에서부터 손바닥까지 단단하게 손목을 지지하는 보조기로 벨크로가 달린 스트랩을 사용하여 보조기와 전완을 고정시킨다. 보조기를 착용 하는 동안 주관절의 움직임은 제한되지 않으며 완관절의 과도한 굴곡, 신전, 요골 편위, 척골 편위는 제한된다. 본 실험에서 사용된 보조기는 기능적 작업을 위해 완관절 30° 배측굴곡으로 고정 하였으며, 장측(palm side) 부분에서는 타이핑 작업에 알맞도록 손바닥 주름형태를 따라 제작하였다. 손바닥을 잘라내는 기준으로써 무지구 주름(thenar crease)을 따라 절개함으로써 무지의 움직임을 자유롭게 하였고, 원위손바닥주름(distal palmar crease)을 따라 절개함으로써 중수지관절의 굴곡과 신전을 자유롭게 하였다(그림 1).

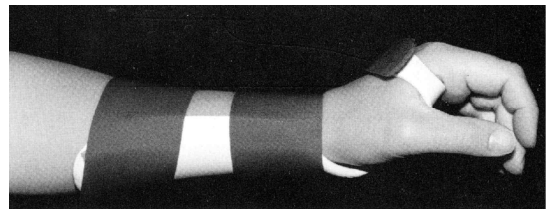


그림 1. 손목보조기.

3. 실험방법

가. 실험자세

본 연구에서는 타이핑 작업을 하는 동안 실험 환경에 대한 변수를 통제하기 위하여, 높이를 조절 할 수 있는 의자를 사용하여 실험시작 전에 연구대상자로 하여금 개인의 체형에 맞게 높이를 조절하고 난 후 실험에 임하도록 하였다. 연구대상자는 척주를 곧게 편 자세에서 건관절은 내전을 취하며 주관절의 굴곡 각도는 90°를 유지하게 하였다. 컴퓨터 모니터와 눈의 각도는 15°를 유지하였으며 슬와부와 의자의 거리는 10 cm정도 유지하여 슬와부가 압박되지 않

1) MP100A-CE, BIOPAC System Inc., CA, U.S.A.

2) TSD 150B, BIOPAC System Inc., CA, U.S.A.

도록 하였고 다리는 자연스러운 자세를 유지하였으며 발이 바닥에 단도록 하였다. 또한 타이핑 작업을 하는 동안 손목의 지지대를 사용할 수 없게 하였다. 그밖에 다른 기타 조건은 평소에 작업하던 편한 자세를 취할 수 있도록 하였다.

$$\text{피로도(\%)} = \frac{(\text{제 1중양주파수} - \text{제 4중양주파수})}{\text{제 1중양주파수}} \times 100$$

나. 근전도 신호의 수집방법

타이핑 작업동안 상지의 근위 근육들의 근피로도를 측정하기 위해서 모든 연구 대상자에게 이극표면전극(bipolar surface electrode)을 우세측 상지의 중삼각근, 전삼각근, 전거근, 상승모근에 부착하였다. 표면전극 부착 부위에 피부저항을 감소시키기 위해 털을 제거하고 미세한 사포로 3~4회 문지른 후, 알코올 솜으로 피부각질층을 제거 하였다. 전극에 소량의 젤을 발라 부착 후 종이테이프로 고정하였으며, 접지 전극(ground electrode)의 부착 위치는 우세측 견봉에 부착하였다. 이극표면전극 부착 위치는 다음과 같다. 중삼각근은 삼각근 결절과 견봉의 사이, 전삼각근은 견봉의 정면에서 하방 2 cm 위치에, 전거근은 견갑골 하방에서 2 cm 위치에 부착, 그리고 상승모근은 견봉과 7번 경추 극 돌기의 연장선의 중앙 점에서 외측으로 2 cm 지점에 각각 부착하였다. 근전도 신호의 표본 수집률은 1024 Hz이었으며, 노이즈를 제거 하기위해서 60 Hz의 대역여과 필터(band stop filter)를 사용하였다.

다. 근피로 측정 방법

피로를 확인하는 방법에 있어 널리 이용 되는 것 중 하나로 표면전극을 이용한 근전도 측정 방법이 있다. 이 방법은 크게 두 가지 방법으로 나뉜다. 그 하나는 근전도 신호의 진폭을 반영한 제곱 평균 실효값(root mean square; RMS) 값을 구하는 방법이고, 다른 하나는 주파수 스펙트럼 분석에 의한 중앙주파수(median power frequency), 또는 평균주파수(mean power frequency) 값을 구하는 방법이다(원종임, 2001). 본 연구에서는 중앙주파수의 변화를 이용하여 피로를 측정 하였으며, 이를 위해 수집된 근전도 신호를 고속 푸리에의 변환(fast fourier transform; FFT) 알고리즘을 이용하여 중앙주파수 값을 구하였다. 타이핑 작업시간을 4구간으로 나누어 각 구간의 중앙주파수 값을 얻었다. 각 구간 마다 작업 처음 구간의 주파수를 제 1주파수로 마지막 구간의 주파수를 제 4주파수로 정의하였고, 제 1중앙주파수에서 제 4중앙주파수를 뺀 값을 제 1중앙주파수로 나눈 후 100을

곱하여 피로도를 계산하였다. 중앙주파수를 이용한 피로도 계산 공식은 다음과 같다(고은혜, 2007).

라. 타이핑 작업

한컴타자 연습프로그램을 이용하여 모든 연구 대상자에게 동일한 문장을 이용하여 타이핑 작업을 수행하도록 하였다. 타이핑 작업동안 delete 키와 backspace 키를 사용하지 못하게 하였으며 손목은 책상에서 닿지 않게 하였다. 등은 등받이에 닿지 않은 자연스러운 자세에서 1시간 동안 타이핑 작업을 하도록 하였다. 각 실험간 영향을 미치지 않기 위해서 24시간의 휴식시간을 두었다.

4. 분석방법

자료의 통계 처리를 위하여 SPSS version 12.0프로그램을 사용하였다. 전체 타이핑 작업 시간 중 초기 10분, 초기 20분, 초기 40분, 전체 1시간 시기에 손목보조기의 착용 유무에 따른 각 근육들의 피로도 차이를 비교하기 위해 짝비교 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의수준 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자인 남자 12명의 평균나이는 21.3세, 평균신장은 171.6 cm, 그리고 평균 체중은 62.8 kg이었다.

2. 타이핑 작업동안 근피로도 분석

가. 10분 동안 타이핑작업 시 손목보조기 착용에 따른 근피로도 분석

타이핑 작업 시작 시점부터 10분 동안에는 네 근육 중에서 중삼각근, 전삼각근, 상승모근에서 손목보조기 착용 시에 근피로도가 감소하였고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 그러나 전거근에서는 손목 보조기 착용에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다. 초기 10분 동안의 타이핑 작업에서는 손목보조기의 착용이 전거근을 제외한 근피로도에 감소에 효과적임을 의미한다.

나. 20분 동안 타이핑 작업 시 손목보조기 착용에 따른 근피로도 분석

타이핑 작업시작 시점부터 20분 동안에는 네 근육 중

에서 전삼각근과 상승모근에서 손목보조기 착용 시에 근 피로도가 감소하였고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p<.05$). 그러나 중삼각근과 전거근에서는 손목 보조기 착용에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다. 초기 20분 동안의 타이핑 작업에서는 손목보조기의 착용이 전삼각근과 상승모근에서 근피로도에 감소에 효과적임을 의미한다.

다. 40분 동안 타이핑 작업 시 손목보조기 착용에 따른 근피로도 분석

타이핑 작업시작 시점부터 40분 동안에는 네 근육 중에서 상승모근에서 손목보조기 착용 시에 근피로도가 감소하였고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 그러나 중삼각근, 전삼각근, 그리고 전거근에서는 손목 보조기 착용에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다. 초기 40분 동안의 타이핑 작업에서는 손목보조기의 착용이 상승모근을 제외한 다른 근육에서는 근피로도 감소에 효과가 없었다.

라. 1시간 동안 타이핑 작업 시 손목보조기 착용에 따른 근피로도 분석

타이핑 작업 시작 시점부터 1시간 동안에는 네 근육 중에서 상승모근에서 손목보조기 착용 동안 근피로도가 감소하였고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 그러나 중삼각근, 전삼각근, 그리고 전거근에서는 손목보조기 착용에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다. 1시간 동안의 타이핑 작업에서는 손목보조기의 착용이 상승모근을 제외한 다른 근육에서는 근피로도 감소에 효과가 없었다.

IV. 고찰

본 연구에서는 타이핑 작업동안 근피로도를 알아보기 위하여 표면 근전도를 사용하여 자료를 수집하였다. 표면근전도는 불쾌감 없이 쉽게 적용할 수 있는 장점이 있어 널리 이용되고 있으나, 작은 근육으로부터 선택적으로 신호를 받기 어렵고 피부에서 멀리 위치한 심층 근육의 신호를 받기 어렵다는 단점이 있다(안재용 등, 1998; 원종임, 2001). 그러나 Minning 등(2007)의 연구에서 VDT 작업동안 상지 근위부의 근육의 피로도를 분석하기위해 측정된 중삼각근, 전삼각근, 전거근, 상승모근은 표면근전도를 이용하기에 충분히 큰 근육이라고 하였다. 따라서 본 연구에서 표면근전도를 이용하여 네 가지 근육의 근활성도를 측정하였다. 표면전극과 피부의 사이의 저항에 관련된 요소를 제거하기 위해 털을 제거 하는 등의 노력을 하였다. 하지만 작업을 수행하는 동안 근육의 움직임이 근전도 신호에 미치는 영향은 완전히 배제 할 수 없었다.

VDT 작업으로 인한 근골격계의 장애의 대표적인 세 가지 요인으로는 작업 환경적 특성, 사회학적인 특성, 개별적 특성의 요인이 있다(임상혁 등, 1997; Reeves 등, 2005). 본 연구에서는 Szeto(2005a)와 Cook 등(2004)의 연구에서와 동일한 방법을 적용하여 환경적 특성을 최소화하기 위해 모든 연구 대상자에게 같은 실험환경에서 작업을 하였으며, 의자는 연구대상자가 가장 편한 자세를 유지할 수 있도록 높이를 조절하였으며, 모니터와 눈높이의 각도를 10°, 주관절의 각도를

표 1. 10분 동안 타이핑 작업 시 손목보조기 착용에 따른 근피로도 분석 단위: %

근육	보조기 미착용($n_1=12$)	보조기 착용($n_2=12$)	t	p
중삼각근	2.50±1.85 ^a	-2.61±2.24	5.491	.001
전삼각근	2.90±3.78	-3.69±4.30	2.813	.026
전거근	9.36±4.89	-5.11±3.92	.554	.597
상승모근	4.14±3.39	-2.27±4.96	3.025	.019

^a평균±표준편차.

표 2. 20분 동안 타이핑 작업 시 손목보조기 착용에 따른 근피로도 분석 단위: %

근육	보조기 미착용($n_1=12$)	보조기 착용($n_2=12$)	t	p
중삼각근	5.56±8.23 ^a	-2.95±2.95	2.576	.050
전삼각근	5.60±4.4	-1.48±1.78	3.135	.026
전거근	4.29±7.88	.12±4.46	1.054	.340
상승모근	6.96±5.22	-.98±1.63	3.135	.026

^a평균±표준편차.

표 3. 40분 동안 타이핑 작업 시 손목보조기 착용에 따른 근피로도 분석 단위: %

근육	보조기 미착용(n ₁ =12)	보조기 착용(n ₂ =12)	t	p
중삼각근	1.93±3.02 ^a	.49±2.48	1.147	.303
전삼각근	4.57±6.41	1.35±6.98	1.544	.183
전거근	3.30±2.09	2.15±1.58	1.259	.264
상승모근	1.80±3.08	-2.08±3.11	2.685	.044

^a평균±표준편차.

표 4. 1시간 동안 타이핑 작업 시 손목보조기 착용에 따른 근피로도 분석 단위: %

근육	보조기 미착용(n ₁ =12)	보조기 착용(n ₂ =12)	t	p
중삼각근	4.73±10.06 ^a	-6.49±17.29	1.659	.148
전삼각근	2.04±9.22	-2.29±5.04	-.049	.962
전거근	.36±3.91	-.06±3.59	.236	.821
상승모근	2.64±3.66	-1.59±2.49	2.477	.048

^a평균±표준편차.

90°가 되게 하였다. 단, 실험실의 여건상 책상의 높이를 조절하지 못하여, 의자만으로 자세를 조절하는 과정에서 슬관절과 고관절의 각도에 대한 변수를 제어하지 못하였다. 작업의 표준화를 위해 최정화 등(1999)의 연구에서와 같이 모든 대상자들이 공통적으로 한컴타자연습 프로그램을 사용하였으며, 사용자 마다 개인적 차이를 보이는 delete 키와 backspace 키의 사용을 제한하도록 하였으나 개인적인 타이핑 작업 습관으로 인하여 가끔씩 사용하는 것을 완전하게 제한하지는 못하였다.

본 연구에서는 타이핑 작업을 하는 동안 발생하는 근전도신호의 중앙주파수 연구를 이용하여 손목보조기의 착용이 상지근육의 근피로도에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. Szeto 등(2005b)의 연구에서는 1시간의 타이핑 작업동안 전완의 신전근과 굴곡근 승모근의 피로도를 연구하였으며, 1시간 동안의 작업을 5구간으로 나누어 타이핑 작업의 각 구간의 평균중앙주파수의 변화를 비교하여 시간과 중앙주파수의 관계를 연구하였다. 위의 연구에서는 각 구간에서의 시간과 주파수의 관계만을 분석하였으나 본 연구에서는 시간별 추이에 따라 시작 초기 10분, 초기 20분, 초기 40분, 전체 1시간의 각 시간대를 각각 4구간으로 나누어 중앙주파수의 변화를 피로도 산출식을 이용하여 피로도의 값을 얻었다.

한정수(2000), Mekhora 등(2000), Babski-Reeves 등(2005)의 연구에서는 VDT 작업은 장시간의 정적인 자세에서 반복적인 힘을 요구하는 작업으로 목과 상지의 피로를 증가시키는 요인으로 작용한다고 하였다. 본 연구에서는 손목보조기를 적용하여 상지의 근피로도를 감소를

살펴보고자 하였으며 그 결과 전삼각근 중삼각근 상승모근에서 근피로도의 감소를 보였으나 시간이 증가함에 따라 상승모근을 제외한 다른 근육에서는 유의한 감소를 보이지 못하였으며 전거근에서는 손목보조기의 착용이 근피로 감소에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

서승록(2000)의 연구에서도 1시간의 VDT 작업동안 중앙주파수 분석한 결과 손목의 굴곡근, 손목의 신전근, 승모근에서의 고주파수대역에서 저주파수 대역으로 주파수 이동을 보였으며, 비우세측 상지에 비해 우세측 상지에서 큰 중앙주파수의 감소를 보였다. 위의 연구결과 우세측 상지에서 피로도가 크다고 설명하였다. 본 연구에서는 모든 실험자가 우세측 상지에서 근전도를 수집하였다. 연구결과 손목보조기의 착용이 상위 승모근의 근피로를 감소시키는데 효과적인 것으로 나타났다.

Cock 등(2004)의 연구에서 VDT 작업 시 손목지지대의 사용이 근활성도의 감소를 보였으며(p<.05), Attebrant 등(1997)의 연구에서 조이스틱을 사용하는 작업동안 팔 지지대가 승모근의 근활성도를 감소를 보였다(p<.05). 위의 연구들이 결과 작업을 하는 동안 지지대의 사용이 근육의 활성도를 감소시키는 요인이 된다. 본 연구에서는 타이핑 작업 초기에 손목보조기의 착용이 중삼각근, 전삼각근, 그리고 승모근의 근피로 감소에 효과적이었다. 이는 손목보조기가 손목을 지지하고 불수의적인 운동을 제한하며, 전완의 무게를 고르게 배분함으로써 상지의 근위부 근육의 근피로도를 감소시켰다고 생각된다. 본 연구의 결과 손목보조기를 통한 손목의 지지 결과 선행연구의 결과와 일치하는 결과를 나타냈다.

Vanicek 등(2004)의 연구에서 발보조기의 착용이 등척성수축을 보이는 움직임에서 하지의 근활성도 감소를 보였으며, 이는 발보조기를 통한 하지의 지지와 관절의 정렬이 근활성도를 감소시키는 요인으로 작용하였기 때문이며, 결과적으로 근피로도 감소에 효과적이었다. 본 연구의 타이핑 작업에서도 상지의 지속적인 등척성 수축이 일어나며, 손목보조기의 착용이 초기 타이핑 작업시 상지의 근피로도를 감소시켰다. 그러나 손목보조기의 착용이 장시간의 타이핑 작업에서는 승모근을 제외한 근육에서의 근피로도 감소에 영향을 미치지 못하였다. 초기 10분 동안의 작업에서 손목 보조기의 근피로도 감소의 효과가 이후의 시간대에서는 나타나지 않은 것은, 견관절 주위의 근육들이 장시간의 상지의 무게를 지지하는 역할을 수행하면서 과도한 피로누적으로 인해 보조기의 착용효과가 감쇄된 것으로 보인다. Minning 등(2007)은 제2근형세포는 제1근형세포 비해 중앙주파수의 변화가 크고 운동의 초기에 동원되며 빠른 시간에 피로가 나타난다고 하였다. 승모근에서 장시간의 작업시에도 손목보조기의 효과가 나타난 것은 승모근은 다른 근육에 비해 제1근형세포의 분포가 많아서 근피로가 천천히 나타나므로, 피로 누적으로 인한 영향이 적었던 것으로 판단된다.

본 연구의 제한점으로는 대상자의 수가 적어 일반화하는데 어려움이 있으며, 연구대상자들이 손목보조기를 처음 접한 대상으로 손목보조기에 적응 하는 시간이 부족하였다. 또한, 본 연구는 정상인을 대상으로 한 연구로서, 앞으로는 근골격계 질환자를 대상으로 하여 손목보조기의 착용효과를 살펴보는 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결론

본 연구는 20대 정상 성인 남성 12명을 대상으로 1시간의 타이핑 작업 동안 손목보조기의 착용유무에 따른 상지근육의 근피로도를 비교하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 초기 10분 동안 타이핑 작업 동안 손목보조기를 착용하지 않은 집단보다 손목보조기를 착용한 집단에서 중삼각근, 전삼각근, 상승모근의 근 피로도가 유의하게 감소하였다($p < .05$).

2. 초기 20분 동안 타이핑 작업 동안 손목보조기를 착용하지 않은 집단보다 손목보조기를 착용한 집단에서 전삼각근 상승모근의 근 피로도가 유의하게 감소하였다($p < .05$).

3. 초기 40분 동안 타이핑 작업동안 손목보조기를 착용하지 않은 집단 보다 손목보조기를 착용한 집단에서 상승모근의 근 피로도가 유의하게 감소하였다($p < .05$).

4. 1시간의 타이핑 작업동안 손목보조기를 착용하지 않은 집단 보다 손목보조기를 착용한 집단에서 상승모근의 근 피로도가 유의하게 감소하였다($p < .05$).

본 연구의 결과에 따라서 1시간의 타이핑 작업동안 초기에는 손목보조기의 근피로도 감소효과가 있지만, 장시간의 타이핑 작업에서는 손목보조기의 착용이 피로도의 감소에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 향후의 연구에서는 근골격계 질환을 가진 환자를 대상으로 하여 손목보조기의 효과를 살펴보는 것이 필요하다.

인용문헌

- 고은혜. 하지 근육의 피로상태 동안 높은 굽 신발에 적용한 total contact insert가 젊은 여성의 보행 특성에 미치는 영향. 한서대학교 대학원, 박사학위논문, 2007.
- 김수근, 정해관. VDT작업자에서 어깨 근육장애와 혈청 CPK의 관련성. 대한산업의학회지 1998;10(2):172-179.
- 김장환, 박운서, 송준찬 등. 의지보조기학. 2006;243-247.
- 박수찬, 이남식, 장명현 등. VDT 작업을 위한 최적치수 및 작업자세에 관한 연구. 대한인간공학회지. 1991;10(2):3-13.
- 서승록. 근전도 분석에 의한 VDT작업의 누적외상에 관한 연구. 대구대학교 대학원, 석사학위논문, 2000.
- 송인광, 김갑성, 이승덕. VDT증후군과 견비통의 문헌적 고찰을 통한 상관성 연구. 대한침구학회지. 2001;18(2):37-50.
- 신흥중, 최승훈. VDT업무로 발생된 경견완장해 환자에 대한 임상연구. 대전대학교, 한의학과 논문집. 2004;13:295-302.
- 안재용, 한정수, 민기식 등. 근전도를 이용한 근피로도의 측정. 대한정형외과학회지. 1998;33(4):1184-1192.
- 이중호, 송영웅, 나석희 등. VDT 모니터링 작업에서 근골격계 부담도 및 선호도에 근거한 모니터 높이 결정. 대한산업공학회지. 2006;32(3):236-241.
- 임상혁, 이윤근, 조정진 등. 은행 창구 작업자(VDT 작업자)의 경견완장해 자각 증상 호소율과 관련 요인에 관한 연구. 대한산업의학회지. 1997;9(1):85-98.

- 원종임. 등속성 운동시 근전도 주파수 분석에서 얻은 피로 지수의 특성. 연세대학교 대학원, 석사학위논문, 2001.
- 장대진, 이한림, 김명희 등. 플라스틱 손목보조기의 응력 해석 연구. 한국소음진동공학회지. 2003;13(1):899-902.
- 최정화, 양성환, 박범. 인간공학적 키보드의 수행도 및 자세 평가에 관한 연구. 한국산업안전학회지. 1999;14(4):168-175.
- 한정수. VDT 작업 환경에서 작업시간이 근피로에 미치는 영향. 한국산업안전학회지. 2000; 15(1):153-160.
- Attebrant M, Winkel J, Mathiasen SE, et al. Shoulder-arm muscle load and performance during control operation in forestry machines. *Appl Ergon.* 1997;28(3):85-97.
- Cook C, Burgess-limenick R, Papalia S. The effect of upper extremity support on upper extremity posture and muscle activity during keyboard use. *Appl Ergon.* 2004;35(3):285-292.
- Fogleman M, Lewis RJ. Factors associated with self-reported musculoskeletal discomfort in video display terminal (VDT) users. *Int J Ind Ergon.* 2002;29(6):311-318.
- Gravlee JR, Van Durme DJ. Braces and splints for musculoskeletal conditions. *Am Fam Physician.* 2007;75(3):342-348.
- Malone LA, Gervais PL, Burnham RS, et al. An assessment of wrist splint and glove use on wheeling kinematics. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1998;13(3):234-236.
- Mekhora K, Liston CB, Nanthavanij S, et al. The effect of ergonomic intervention on discomfort in computer users with tension neck syndrome. *Int J Ind Ergon.* 2000;26(3):367-379.
- Minning S, Eliot CA, Uhl LT, et al. EMG analysis of shoulder muscle fatigue during resisted isometric shoulder elevation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17(2):153-159.
- Park MY, Kim JY, Shin JH. Ergonomic design and evaluation of a new VDT workstation char with keyboard-mouse support. *Int J Ind Ergon.* 2000;26(5):537-548.
- Babski-Reeves K, Hughes L, Stanfield J. Assessment of video display workstation set up on risk factors associated with the development of low back and neck discomfort. *Int J Ind Ergon.* 2005;35(7):593-604.
- Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work; 1: Neck and shoulder muscle recruitment patterns. *Man Ther.* 2005a;10(4):270-280.
- 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 Elec Kin.* 2005b;15(6):544-555.
- 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.* 20005c;35(9):779-795.
- Taylor E, Hanna J, Belcher HJCR. Splinting of the hand and wrist. *Current Orthopaedics.* 2003;17(6):465-474.
- Vanicek N, Kingman J, Hencken C. The effect of foot orthotics on myoelectric fatigue in the vastus lateralis during a simulated skier's squat. *J Elect Kines.* 2004;14(6):693-698.
- Van Galen GP, Liesker H, De Haan A. Effects of a vertical keyboard design on typing performance, user comfort and muscle tension. *Appl Ergon.* 2007;38(1):99-107.
- Werner RA, Franzblau A, Gell N. Randomized controlled trial of nocturnal splinting for active workers with symptoms of carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(1):1-7.
- Walker WC, Metzle M, Cifu DX, et al. Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: A comparison of night-only versus full-time wear Instruction. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(4):424-429.

논문접수일 2007년 12월 26일

논문게재승인일 2008년 4월 15일