

Original Article

Open Access

노트북 거치대가 건강한 젊은 성인 손목관절근육의 생체역학적 특징에 미치는 영향

마성룡 · 송창순[†]

조선대학교 자연과학 · 공공보건안전대학 작업치료학과

Effects of a Notebook Computer Supporter on Biomechanical Characteristics in Wrist Joint Muscles of Healthy Young Adults

Sung-Ryong Ma, O.T., Ph.D. · Chiang-Soon Song, O.T., Ph.D.[†]

Department of Occupational Therapy College of Natural Science and Public Health and Safety, Chosun University

Received: November 20, 2021 / Revised: December 2, 2021 / Accepted: December 3, 2021

© 2021 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: As laptop use increases throughout the COVID-19 pandemic and its use outside of traditional workstations proliferates, it is imperative to expand the limited research available regarding ergonomic exposure. This study aimed to identify the effects of a laptop supporter on biomechanical characteristics in the wrist joint muscles of healthy young adults.

Methods: This was a cross-sectional observational study design with thirty-four healthy young adults as participants. They conducted a typing exercise performed under two different conditions, which were with and without a notebook computer supporter. This study measured the biomechanical characteristics of the muscles of the wrist joints including the flexor carpi ulnaris (FCU), the flexor carpi radialis (FCR), the extensor carpi radialis longus (ECRL), and the extensor carpi ulnaris (ECU). Measurements were taken three times: before typing, immediately after typing for 30 minutes with a supporter, and immediately after typing for 30 minutes without a supporter. The statistical method to compare the three different measurement conditions was the repeated measures ANOVA.

Results: The participants showed significantly different levels of dynamic stiffness in both the FCU before typing and immediately after 30 minutes of typing with a supporter, and showed significantly different levels of dynamic stiffness in the FCR before typing and immediately after 30 minutes of typing with a supporter. The dynamic stiffness level immediately after 30 minutes of typing without a supporter was significantly different than that immediately after 30 minutes of typing with a supporter. However, the muscle tone was not significantly different among the three different

[†]Corresponding Author : Chiang-Soon Song (grsong@chosun.ac.kr)

conditions.

Conclusion: The results of this study revealed that a laptop supporter used to correct the eye level of the electronic screen increases the dynamic stiffness of the wrist joint flexors, so it is necessary to consider the neutral position of the wrist joint during typing.

Key Words: Biomechanics, Muscle, Notebook peripherals, Young Adults, Wrist joint

I. 서론

정보통신기술(information and communications technology, ICT)이 발달하면서 대부분의 사회경제인구는 정보 저장, 전송 및 조작용을 위하여 통합 커뮤니케이션과 원거리 통신기술 활용하였고, 필수적인 전자적 소프트웨어를 사용을 위해 가장 널리 쓰이는 전자 기기 중 하나가 노트북이다(Wikipedia, 2021). 노트북은 개인용 컴퓨터(personal computer)와 달리 모니터와 본체가 일체형으로 휴대가 간편해, 비싼 가격에도 불구하고 2000년대 후반부터 사용자는 점점 증가하다가, 2010년을 전후로 스마트폰과 태블릿의 보급이 확대되면서, 노트북의 사용자가 감소하는 추세였다. 반면에, 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)으로 근로자의 재택근무 급증, 학습자의 비대면·온라인수업, 직장내 화상회의 급증 등이 전세계적으로 발생하면서 2020년 이후 노트북 시장은 급성장하고 있다(Canalys, 2021).

컴퓨터 사용이 보편화되고 의존도가 높아짐에 따라 사용시간이 증가하고, 관련된 근육뼈대계질환(musculoskeletal diseases)이 새롭게 사회문제로 대두되고 있다(Roh et al., 2010). 컴퓨터 사용과 관련된 대표적인 질환이 영상표시단말기증후군(visual display terminal syndrome, VDT syndrome)이다(Loghmani et al., 2013; Parihar et al., 2016). VDT 증후군은 산업안전보건법 내에 취급근로자작업관리지침이 마련되어 있을 정도로 중요한 사회문제로 다뤄지고 있다(Occupational Safety and Health Act, 2021). VDT증후군은 컴퓨터 모니터 등 영상표시단말기를 취급하는 작업이나 활동으

로 어깨, 목, 허리에 발생하는 근육뼈대계 증상과 눈의 피로, 피부질환, 정신신경계증상 등을 말한다(Lee et al., 2015; Lee, 2013). VDT증후군과 관련된 근육뼈대계 질환은 컴퓨터팔꿈치증후군(computer elbow symptoms), 반복동작장애(repetitive motion disorders), 누적외상성 장애(cumulative traumatic disorders, CTD), 과사용장애(overuse syndromes), 작업관련근육뼈대계장애(work-related musculoskeletal disorders, WMDs) 등이 있다(Lee et al., 2015; Roh et al., 2010).

산업안전보건법은 VDT 증후군을 예방하기 위하여, 시선은 화면상단과 일치시키고, 작업 화면상의 시야는 수평선으로부터 아래로 10° 이상에서 15° 이하 사이에 있도록 할 것, 시거리(eye-screen distance)는 40cm 이상 확보할 것, 팔꿈치 내각은 90° 이상일 것, 아래팔은 손등과 수평을 유지할 것 등으로 작업자세를 규정하고 있다(Occupational Safety and Health Act, 2021). 반면에 한 연구에 의하면 키보드 위치가 팔꿈치 굽힘 100°이상에서 위등세모근(upper trapezius), 앞어깨세모근(anterior deltoid), 손목뾰근군(wrist extensors)의 근활성도가 높았고, 팔꿈치 굽힘이 70°정도일 때 목과 팔의 근활성도를 낮추는 가장 적절한 작업 자세라고 제시하였다(Park, 2011). 따라서, 팔꿈치 굽힘은 손목뾰근군의 생체역학적 특성에 직접적인 영향을 미칠 수 있기 때문에, 컴퓨터 등의 전자단말기를 사용하는 최적의 작업자세를 알아보기 위하여 지속적인 연구가 필요한 것이 사실이다(Hoang, 2016).

영상표시전자단말기를 사용하고 키보드를 통한 입력을 실시하는 작업자세에 대한 폭넓고 깊이 있는 연구가 부족한 가운데, 올바른 작업자세를 유지하는

데 도움을 준다는 목적아래 일반인 대상 보조기기 (assistive devices)의 개발과 판매가 활발히 이루어지고 있다. 대표적으로, 손목을 받쳐주는 마우스패드, 손목 받침대, 모니터 거치대, 손목 보호대, 목보호대 등이 있다(Roll & Hardison, 2017). 이 보조기기는 아래 팔과 손목관절의 부적절한 자세로 오랜 기간 노출되는 것을 예방하여, 장시간 컴퓨터 작업으로 인해 발생할 수 있는 근육뼈대계 손상을 감소시키기 위하여 적용되었으며, 현재는 일반화되어 있다. 선행연구는 개인용컴퓨터 사용자보다 노트북을 사용자에서 VDT 증후군의 발생 위험이 더 높다고 보고하였다(Asundi et al., 2012; Kim et al., 2011; Lee et al., 2016). 노트북은 모니터와 본체가 일체형으로 개인용컴퓨터보다 목 굽힘각도가 증가하여 머리 기울임이 증가하는 부적절한 전방머리자세를 초래한다(Aydin et al., 2021). 머리의 전방 기울임을 감소시켜서, 부적절한 노트북 사용자세를 교정하기 위하여 일반적으로 활용하는 것이 노트북 거치대이다(Asundi et al., 2010). 이와 같이 선행연구는 노트북 사용으로 발생할 수 있는 전방머리자세와 같은 머리와 목척추의 비정상적인 자세변화를 완화시키는데 중점을 두고 있다. 노트북 거치대의 사용으로 노트북의 본체가 기울어져 손목관절 주변근육이나 손가락관절에 미칠 수 있는 영향에 관한 연구는 부족하다(Asundi et al., 2012; Asundi et al., 2010; Kim et al., 2011; Lee et al., 2016). 노트북 거치대는 사용자의 눈높이를 보정하여 과도한 전방머리자세를 예방 및 완화할 수 있지만, 키보드를 치는 손목관절과 손가락 관절에는 다른 문제를 야기할 수 있으므로, 관련 연구가 더 확대될 필요가 있다. 본 연구는 노트북 거치대가 건강한 젊은 성인의 손목관절편근의 생체역학적 특성에 미치는 영향을 알아보고, 노트북 거치대의 사용이 노트북 사용자의 부적절한 자세를 교정하고 근육뼈대계 손상을 예방하는데 도움을 줄 수 있는지를 뒷받침할 수 있는 근거를 제시하기 위함이었다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 참여자는 건강한 젊은 성인 34명이었다. 그들은 연구자로부터 연구목적과 연구내용에 대한 자세한 설명을 듣고 자발적으로 연구 참여에 동의하였다. 연구 참여자의 선정조건은 다음과 같았다: 1) 연구 공고일부터 종료까지 대한민국에 거주한 자, 2) 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 근골격계질환과 신경계질환이 없는 자, 3) 최근 6개월 이내 외과적 수술 경험이 나 병원 치료 경험이 없는 자, 4) 노트북을 사용한 경험이 1년 이상인 자, 5) 본 연구의 절차와 목적을 이해하고 본 연구에 참여를 자발적으로 동의한 자로 하였다. 선전된 연구 참여자 중 연구 진행 중에 참여 철회 의사를 표현한 자는 연구에서 배제하였다.

2. 측정 방법 및 도구

본 연구는 노트북 거치대 사용이 건강한 젊은 성인의 손목관절근육 생체역학적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 근긴장(muscle tone)와 동적 굳음(dynamic stiffness)을 측정하였다. 측정기기는 연부조직 근긴장도 측정기인 MyotonPRO (Myoton AS, Estonia)를 사용하였다. 연구참여자는 테이블을 앞에 두고 앉은 자세에서, 아래팔을 테이블 위에 편안히 놓고, 연구자는 3가지 다른 조건(①타이핑 전, ②노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후, ③노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후)에서 우세 손의 노쪽손목굽힘근(flexor carpi radialis, FCR), 자쪽손목굽힘근(flexor carpi ulnaris, FCU), 노쪽손목펴기근(extensor carpi radialis longus, ECRL), 자쪽손목펴기근(extensor carpi ulnaris, ECU)을 측정하였다. 측정은 조용하고 잘 정돈된 치료실에서 소음과 진동 등 공진동을 야기할 수 있는 환경을 배제한 상황에서 진행되었다. 측정을 위한 MyotonePRO의 설정은 multiscan mode, 10회 반복 tapping, 기계적 임펄스 전달시간(tap time) 15ms, 전달간

격 0.8sec로 하였다. 본 연구에서 측정된 근긴장은 수 의적인 근수축이 없는 안정상태(resting status)에서 근육의 긴장상태를 설명해주는 변수로 단위는 Hz이다. 근수축은 활동전위가 야기하는 전력 밀도 스펙트럼으로 진폭의 크기로 정량화하며, 주파수는 진폭의 크기를 대변한다. 따라서, 주파수 값이 높을수록 안정상태에서 근육의 긴장도가 높고, 근피로에 취약하다고 해석할 수 있다. 동적 굽음은 수축이나 원래 모양을 변형시키는 외력에 대한 근육의 저항을 말하며 단위는 N/m이다. 근육의 피로는 근장력을 최대로 증가시킨 상태를 유지할 수 있는 능력을 상실한 것으로 정의되므로, 동적굽음이 높을수록 근육이 쉽게 피로해질 수 있다고 볼 수 있다(Kang et al., 2012; Lee, 2006).

3. 중재방법

연구참여자는 책상 앞에 등받이가 있는 의자에 앉아서 측정에 참여하였다. 그들은 책상과 몸통 간의 거리를 약 20cm를 유지하고, 넓다리(femur)가 바닥과 평행하도록 발 받침대 위에 발을 놓고 앉아서, 무릎관절이 90°~110°가 되도록 의자 높이를 조정하였고, 팔은 편안하게 책상 위로 내려 팔꿈관절 굽힘 약 70°정도가 되도록 하고, 양손을 가볍게 노트북 키보드에 놓았다. 노트북은 인체 정중앙에 위치하도록 하였고, 그 밖의 사항은 평소 취하는 편안한 자세를 유지하도록 하였다. 노트북 거치대의 각도는 15°이하로 유지하였다(Cho & Hwang, 2011).

3가지 조건의 측정순서를 결정하기 위하여 연구참여자는 가순서(타이핑 전(조건1) → 노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후(조건2) → 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후(조건3)), 나순서(조건1 → 조건3 → 조건2), 다순서(조건2 → 조건1 → 조건3), 라순서(조건2 → 조건3 → 조건1), 마순서(조건3 → 조건1 → 조건2), 바순서(조건3 → 조건2 → 조건1) 중 제비뽑기를 하여 측정순서를 정하였다. 타이핑 속도는 5분동안 300단어를 완성하는 것으로 일정하게 유지하였다. 근육의 측정 위치는 4개 근육 각각의 근육힘살(muscle

belly)의 가장 높은 부위이었다. FCR은 위팔뼈 안쪽위관절용기와 위팔두갈래널힘줄 사이 중간지점에서 손가락 4마디 폭의 먼쪽지점에서 측정하였고, FCU는 자뼈의 몸쪽 1/3 접합부에서 안쪽으로 손가락 2마디 폭의 지점에서 측정하였다. 또한, ECRL은 위팔뼈 가쪽위관절용기에서 먼쪽으로 손가락 2마디 지점에서 측정하였고, ECU는 자뼈 아래팔 중간지점에서 측정하였다. 측정 부위의 일관성을 유지하기 위하여 모든 측정부위를 표시해 두었다. 측정의 타당도를 위하여 연구자는 연구참여자에게 최대한 이완한 상태에서 불필요한 긴장을 최소화하도록 지도하였다. 측정은 근육에 수직방향으로 탐침(polycarbonate probe, 3mm)을 위치시켜 진행하였다. 4가지 근육의 생체역학적 특징인 근긴장과 동적 굽음을 측정하였다. 모든 측정은 측정 신뢰도가 3% 이하에서 3회 실시하여 평균치를 통계처리에 활용하였다.

4. 자료 분석

본 연구는 연구참여자의 일반적 특성을 알아보기 위하여 기술통계량(평균, 표준편차, 빈도, 백분율)을 이용하여 분석하였다. 또한 노트북 거치대가 손목관절근육의 생체역학적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 반복측정분산분석(repeated measures ANOVA)를 이용하여 분석하였고, 사후검정은 본페로니 교정(Bonferroni correction)을 적용하였다. 수집된 자료는 윈도용 통계패키지 PASW 18.0(SPSS In., USA)를 이용하여 분석하였다. 본 연구의 통계학적 유의수준 $\alpha = 0.05$ 이었다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구 참여자는 전체 34명으로 남자 22명, 여자 12명이었다. 그들의 평균 연령은 24.03세이였으며, 평

Table 1. General characteristics of subjects (N=34)

Characteristics	Frequency (percent)/Mean±SD
Sex (male/female)	22(64.70)/12(35.30)
Age (years)	24.03±1.33
Body height (cm)	171.74±10.13
Body weight (kg)	66.65±12.47
Dominant side (right/left)	26(76.50)/8(23.50)

mean±SD, mean±standard deviation

균 신장은 171.74 cm, 평균 체중은 66.65 kg이었다. 연구참여자 중 26명은 오른쪽이 우세 손이었고, 8명은 왼쪽이 우세 손이었다(Table 1).

2. 노트북 거치대 사용이 손목관절근육의 생체역학적 특성의 변화

노트북 거치대 유무에 따른 손목관절근육의 생체역학적 특성 중에서 근긴장은 모든 근육에서 3가지 다른 조건에 따른 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). FCR의 근긴장은 타이핑 전조건 17.63±2.07Hz, 노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후조건 18.22±2.55Hz, 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건 18.13±2.62Hz이었다. FCU의 근긴장은 타이핑 전조건 16.91±2.61Hz,

노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후조건 17.48±2.71Hz, 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건 17.90±3.55Hz이었다. ECRL의 근긴장은 타이핑 전조건 19.00±2.61Hz, 노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후조건 18.69±2.30Hz, 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건 19.36±2.21Hz이었다. 마지막으로 ECU의 근긴장은 타이핑 전조건 16.80±1.57Hz, 노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후조건 16.83±2.47Hz, 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건 16.64±2.06Hz이었다(Table 2).

손목관절근육의 생체역학적 특성 중 동적균음은 FCR과 FCU에서 3가지 조건에 따라 유의한 차이가 있었다. FCR은 타이핑 전조건에서 가장 낮았으며, 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건이 가장 높았다. 사후검정 결과 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건이 타이핑 전조건과 노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후조건보다 동적균음이 유의하게 높았다($p<0.05$). FCR의 동적균음은 타이핑 전조건 238.88±30.59N/m, 노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후조건 244.06±25.30N/m, 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건 264.85±30.64N/m이었다. 또한, FCU는 노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후조건이 가장 낮았으며, 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건이 가장 높았고, 두 조건은 사후검정결과 유의한 차이가

Table 2. Biomechanical characteristics of wrist joint muscles in the participants

(N=34)

Variables	Muscles	Mean±SD			F	p
		Pre-test	W/O supporter	W supporter		
Tone (Hz)	Flexor carpi radialis	17.63±2.07	18.22±2.55	18.13±2.62	0.86	0.43
	Flexor carpi ulnaris	16.91±2.61	17.48±2.71	17.90±3.55	2.67	0.09
	Extensor carpi radialis longus	19.00±2.61	18.69±2.30	19.36±2.21	1.22	0.31
	Extensor carpi ulnaris	16.80±1.57	16.83±2.47	16.64±2.06	.13	0.88
Stiffness (N/m)	Flexor carpi radialis	238.88±30.59	244.06±25.30	264.85±30.64 ^{††}	5.58	<0.01
	Flexor carpi ulnaris	228.09±30.41	217.38±33.66	237.56±27.68 [†]	3.56	0.04
	Extensor carpi radialis longus	288.32±25.91	293.09±22.91	297.50±24.90	1.68	0.20
	Extensor carpi ulnaris	235.03±30.53	222.91±28.38	236.85±33.57	1.76	0.19

Pre-test, before typing condition; W/O supporter, immediately after 30-min typing without supporter condition; W supporter, immediately after 30-min typing with supporter condition.

^{*}Statistically significantly different with pre-test

[†]Statistically significantly different without supporter

있었다($p < 0.05$). FCU의 동적균음은 타이핑 전조건 $228.09 \pm 30.41 \text{ N/m}$, 노트북 거치대 없이 타이핑 30분 직후조건 $217.38 \pm 33.66 \text{ N/m}$, 노트북 거치대 놓고 타이핑 30분 직후조건 $237.56 \pm 27.6 \text{ N/m}$ 이었다. 반면에, ECRL은 3가지조건에서 각각 $288.32 \pm 25.91 \text{ N/m}$, $293.09 \pm 22.91 \text{ N/m}$, $297.50 \pm 24.90 \text{ N/m}$ 이었고, ECU는 각각 $235.03 \pm 30.53 \text{ N/m}$, $222.91 \pm 28.38 \text{ N/m}$, $236.85 \pm 33.57 \text{ N/m}$ 이었으며, 두 근육 모두 3가지 조건에 따른 동적균음이 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 2).

IV. 고 찰

본 연구는 노트북 거치대의 사용이 손목관절 주변 근육의 생체역학적 특성에 미치는 영향을 알아보았다. 연구결과, 노트북 거치대 사용은 4개의 근육의 근긴장에는 영향을 미치지 않았지만, FCR과 FCU의 동적균음은 유의하게 증가하는 것을 알 수 있었다.

휴대성을 강조한 노트북은 개인용 컴퓨터 중 소형으로 가볍고, 공간절약형이면서, 검색엔진뿐만 아니라, 의사소통의 장, 업무수행용 등으로 우리의 일상에서 늘 활용되는 현대인의 일반화된 필수품 중 하나이다(Alyami & Albarrati, 2016). 노트북은 중앙정보처리가 내장된 본체와 모니터가 일체 되어, 모니터의 높이를 조정할 수 없는 인체공학적 단점이 있어, 장시간 사용할 때 목과 어깨 통증, 전방머리자세, 목근육의 부하 증가, 불편감 등 근육뼈대계 증상을 야기한다(Asundi et al., 2012; Kim, 2011; Kim & Yoo, 2011). 노트북의 사용자가 급증하면서 안정적으로 장시간 노트북을 사용하기 위하여 노트북 모니터의 높이를 조정해 줄 수 있는 노트북 거치대를 활용하기 시작하였다(Asundi et al., 2012; Nejati et al., 2015). 노트북 거치대는 모니터의 높이를 조정할 수 있지만, 모니터의 높이가 올라갈수록 상대적으로 노트북 자판도 코사인각도처럼 바닥대비 경사각을 형성하게 되는 또 다른 인체공학적 단점이 있다. 이런 경사각도는 타이핑을 치는 손목관절을 젖힘(hyperextension) 시켜 손목관절 주변

근육의 근피로에 영향을 미칠 수 있다(Ardiyanto et al., 2018; Asundi et al., 2012; Aydin et al., 2021; Dzaky & Ma, 2017).

선행연구에서 건강한 젊은 성인 남자를 대상으로 손목의 자세가 손가락편근(extensor digitorum communis, EDC)과 FCU의 근수축 시간과 주파수에 미치는 영향을 알아보았는데, 손목관절 중립위치에 비하여 손목관절 완전 굽힘(flexion)자세에서 FCU의 근진폭이 2배 정도 높았고, EDC의 진폭은 4배 정도 높았다(Roman-Liu & Bartuzi, 2013). 근진폭의 증가는 근활성도의 증가를 의미하므로, 손목관절이 중립위를 유지하고 손가락 굽힘과 폼을 실시할 때보다, 손목관절을 굽히거나 편 자세에서 손가락 굽힘과 폼을 실시할 때 더 큰 근활성도가 발생하고, 더 빠른 근피로가 온다는 것을 알 수 있었다(Roman-Liu & Bartuzi, 2013).

손목관절의 부적절한 자세를 유지하면서 손을 지속적으로 사용해야 하는 직업은 다양하고, 대표적인 직종 중 하나가 치과의사이다. Erelina 등은 치과의사의 노쪽손목편근의 근긴장과 근탄성이 손을 사용하는 다른 직종인 사무원, 경비원, 인쇄소 종사자, 세탁소 종사자와 비교하여 더 높다고 보고하였다. 그들의 연구에서 대조군으로 참여한 직종과 비교하여 치과의사의 일상업무는 환자 치료를 위한 반복적인 움직임(repeated movements)과 정적 부하(static load)와 관련이 있다(Erelina et al., 2017). 휴대성을 강조한 소형 노트북에 타이핑을 하는 동작도 반복적이며 정적인 부하가 지속되는 동작 중 하나이다.

타이핑 동작을 수행할 때 손목관절의 위치가 팔과 목척추에 부정적인 영향을 미친다는 것을 인식하고, Aydin 등은 손목관절을 효과적으로 고정하기 위한 보조적 접근(assistive approaches) 중 하나로 테이핑과 보조대를 적용하여 위등세모근의 근활성도에 미치는 영향을 알아보았다(Aydin et al., 2021). 그들은 손목관절 굽힘을 제한하기 위하여 비탄력 테이프(rigid tape)과 손목관절 굽힘과 편향을 제한하고 옆침, 뒷침, 폼을 허용하는 손목보호대(wrist orthosis)를 적용하였다. 연구결과 비우세측에 손목보호대를 적용하였을 때 적용

하지 않았을 때보다 위등세모근의 근활성도가 유의하게 증가하였으나, 우세측에서는 손목보호대 착용이 영향을 없었고, 비탄력 테이핑은 양측에서 모두 적용하지 않았을 때와 유의한 차이가 없었다. 연구결과를 바탕으로 그들은 타이핑 작업을 수행하는 사무직 근로자들은 손목관절을 고정하기 위하여 변형된 보호대로서 비탄력 테이핑을 추천하였다(Aydin et al., 2021).

본 연구에서는 노트북의 인체공학적 단점을 보완하기 위하여 활용하는 노트북 거치대를 적용했을 때, 손목관절근육의 생체역학적 특성에 미치는 영향을 알아보았다. 연구결과, 노트북 거치대의 활용이 손목관절뽀름근에는 영향을 미치지 않았지만, 손목관절굽힘근의 동적근음에서 타이핑 전조건과 비교하여 노트북 거치대를 적용한 상태에서 30분 타이핑 직후 조건에서 더 높았다. 따라서, 노트북 거치대를 활용하는 것이 손목관절을 젖혀서, 손목관절 굽힘근의 회복 탄력성을 저해하는 요인으로 설명할 수 있을 것이다. 또한, 연구결과를 바탕으로 손목관절고정없이 노트북 거치대를 활용하는 조건에서 타이핑을 지속하였을 때, 장시간 타이핑 작업을 수행하는 직업을 가진 현대인에게는 손목터널증후군(carpal tunnel syndrome)을 야기하는 원인이 될 수 있다는 것을 알 수 있었다(Jung et al., 2010).

노트북은 시간과 장소에 구애 받지 않고 활용할 수 있다는 휴대성으로 인하여 앞으로도 그 보급률은 지속적으로 증가할 것이며, 활용하는 연령대도 다양해질 것이다. 본 연구 결과는 근육뽀대계에 불편감을 줄이고 노트북을 활용할 수 있는 방법을 제시하였다. 본 연구는 손목관절 주변 근육 중에서 노쪽과 자쪽에 위치한 굽힘근과 뽀름근의 근생체역학적 특성을 살펴보았다. 타이핑 동작이 지속적으로 손가락관절을 굽히고 펴는 동작을 수행하기 때문에, 향후 연구에서는 손가락 굽힘근(flexor digitorum superficialis, flexor digitorum profundus)과 손가락뽀름근(extensor digitorum)의 생체역학적 특성을 알아보는 것으로 확대되어야 할 것이다. 또한 타이핑을 하는 동안 엄지(thumb)의 가쪽으로 자판을 치기 때문에 긴엄지뽀림근(abductor

pollicis longus)과 짧은엄지뽀름근(extensor pollicis brevis)의 사용이 두드러진다. 이 근육도 생체역학적 특성에 대한 이해를 바탕으로 안전하고 효율적인 타이핑에 대한 근거를 제시할 수 있는 연구가 지속되어야 할 것이다. 마지막으로 거북목증후군과 같은 근육뽀대계 질환자를 대상으로 팔의 주요관절을 이루는 근육에 미치는 영향을 알아볼 필요가 있다.

V. 결론

본 연구는 노트북거치대의 사용이 노트북을 이용할 때 손목관절주변근육에 생체역학적 특성에 미치는 영향을 알아보고자 노쪽과 자쪽에 위치한 굽힘근과 뽀름근의 근긴장과 동적근음을 측정하였다. 연구결과 노트북거치대 유무에 따라 손목관절주변근육의 근긴장에는 영향을 미치지 않았지만, 노쪽손목굽힘근과 자쪽손목굽힘근의 동적근음은 노트북거치대를 사용할 때 유의하게 증가하는 것을 알 수 있었다. 연구결과를 바탕으로 노트북거치대를 사용하는 것은 손목관절 굽힘근에 근피로를 증가시켜 효율적인 노트북 사용을 저해할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서, 낮은 모니터를 장시간 주시하며 작업을 수행할 때 발생할 수 있는 목굽힘근 통증 등의 거북목증후군과 관련된 증상을 완화하기 위하여 노트북거치대를 사용한다면, 노트북 자판과 별도의 자판을 준비하여 타이핑을 진행하거나, 손목관절을 고정할 수 있는 방법을 강구하는 것을 추천하는 바이다.

References

- Alyami H, Albarati AM. Comparison of spinal angles in a typing task on a laptop and a desktop computer: a preliminary study. *The American Journal of Occupational Therapy*. 2016;70(6):1-5.
- Ardiyanto A, Subagyo S, Herianto H. Effect of wrist extension

- angles and low-velocity ulnar deviation movements on forearm muscle activity. Proceedings of the XXXth Annual Occupational Ergonomics and Safety Conference. 2018.
- Asundi K, Odell D, Luce A, et al. Changes in posture through the use of simple inclines with notebook computers placed on a standard desk. *Applied Ergonomics*. 2012;43(2):400-407.
- Asundi K, Odell D, Luce A, et al. Notebook computer use on a desk, lap and support: effects on posture, performance and comfort. *Ergonomics*. 2010;53(1):74-82.
- Aydin NS, Dilbay NK, Selcuk H, et al. Muscuel activation of the upper trapezius and functional typing performance during computer typing task: a comparison of two different wrist immobilization methods. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 2021;27(3):472-476.
- Canalys. Global PC market Q4 2020. <https://www.canalys.com/newsroom/canalys-global-pc-market-Q4-2020>. 2021.
- Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, et al. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Manual Therapy*. 2010;15(1):54-60.
- Cho YK, Hwang S. The effect of computer monitor height on flexion-relaxation phenomenon in the cervical spine. *Holistic Health Science*. 2014;4(1):25-33.
- Dzaky M, Ma F. Real-time muscle fatigue monitoring based on median frequency of electromyography signal. In *5th International Conference on Instrumentation, Control, and Automation (ICA)*. 2017;135-139.
- Ereline J, Rarenson K, Vahtrik D, et al., Skeletal muscle tone and motor performance characteristics in dentists as compared to controls. *Agronomy Research*. 2017;15(4):1571-1581.
- Hoang C. A thesis submitted to the faculty of graduate studies in partial fulfillment of the requirements. York University. Dissertation of Master's Degree. 2016.
- Kang OH, Lee SR, Heo GS, et al., Study on estimation of muscle fatigue using foot pressure and EMG. *Preceedings of the Autumn Conference on Korean Society for Precision Engineering*. 2012;1203-1204.
- Kim MH, Yoo WG. Effects of a visual feedback device for hip adduction on trunk muscles and sitting posture in visual display terminal workers. *Asia-Pacific Journal of Public Health*. 2011;23(3):378-385.
- Kim WT. Analysis of EMG change in wrist muscles by using a wrist splint and an ergonomic keyboard. Daegu University. Dissertation of Master's Degree, 2011.
- Jung S, Chae Y, Roh S. Comparing the characteristics of CTS by the frequency of exposure to wrist-burdening work: CTS surveillance system, 2001-2004. *Korean Journal of Occupational Environment and Medicine*. 2010;22(2):85-94.
- Lee DH, Kang B, Choi S, et al. Change in musculoskeletal pain in patients with work-related musculoskeletal disorder after tailored rehabilitation education: a one-year follow-up survey. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2015;39(5):726-734.
- Lee H. A study on muscle activity and fatigue change pattern on short time isometric works. University of Seoul. Dissertation of Master's Degree, 2006.
- Lee J, Chee Y, Bae J, et al. The wearable sensor system to monitor the head and neck posture in daily life. *Journal of Biomedical Engineering Research*. 2016;37(2):112-118.
- Lee WE. Effect of distance between trunk and desk on forward head posture and muscle activity of neck and shoulder muscles during computer work. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2013;8(4):601-608.
- Loghmani A, Golshiri P, Zamani A, et al. Musculoskeletal symptoms and job satisfaction among office-workers: a cross-sectional study from Iran. *Acta Medica Academica*. 2013;42(1):46-54.

- Nejati P, Lotfian S, Moezy A, et al. The study of correlation between forward head posture and neck pain in Iranian office workers. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2015;28(2): 295-303.
- Occupational Safety and Health Act. www.law.co.kr. 2021.
- Parihar JKS, Jain VK, Chaturvedi P, et al., Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS). *Medical Journal Armed Forces India*. 2016;72(3):270-276.
- Roh SW, Park JW, Han SH, et al. Health-related quality of life and upper extremity pain in workers using computer. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. 2010; 34(3):325-335.
- Roll SC, Hardison ME. Effectiveness of occupational therapy interventions for adults with musculoskeletal conditions of the forearm, wrist and hand: a systematic review. *American Journal of Occupational Therapy*. 2017;71(1):7101180010p1-7101180010p2.
- Wikipedia. Laptop computer. www.en.wikipedia.org/wiki/laptop. 2021.