

인체공학적인 랩보드를 이용한 컴퓨터 마우스 사용이 상지의 움직임 및 근활성도, 작업수행도, 주관적 불편도에 미치는 영향

Effects of the Ergonomic Lap Board for Computer Mouse Padding on Upper Limb Movements, Myoelectric Activities, Task Performance, and Subjective Discomfort

박소연*, 이택영*, 이진복**
한서대학교 작업치료학과*, 한서대학교 재활과학기술학과**

So-Yeon Park(soyon@hanseo.ac.kr)*, Taek-Young Lee(otlty@hanseo.ac.kr)*,
JinBock Yi(relizion@hanseo.ac.kr)**

요약

본 연구는 컴퓨터 마우스 사용으로 인한 근골격계 질환을 예방하기 위해 개발한 랩보드(lap board)의 효과를 알아보려고 하였다. 연구참여자는 20대의 근골격계 증상이 없는 대학생 10명이었으며, 랩보드에서 마우스를 사용할 때와 책상에서 마우스를 사용할 때 상지의 움직임, 근전도, 작업수행도 및 주관적 불편도의 차이를 비교분석하였다. 동작분석결과, 어깨 굽힘(shoulder flexion), 어깨 안쪽돌림(shoulder internal rotation) 및 아래팔 옆침(pronation)의 평균 각도가 랩보드와 책상에서 마우스 작업 간에 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 그러나 랩보드와 책상에서 마우스 작업을 할 때의 근활성도, 수행도 및 주관적 불편도는 차이가 나타나지 않았다. 랩보드를 사용할 때 작업자의 상지는 책상에서 보다 몸통에 가깝게 위치하였으며, 랩보드를 선호하는 학생은 10명 중 6명이었다. 컴퓨터 마우스 작업으로 인한 근골격계 질환 예방을 위한 진전된 연구가 수행되기를 기대한다.

■ **중심어** : | 컴퓨터 마우스 | 동작분석 | 근전도 | 상지 | 근골격계 질환 |

Abstract

This study aimed to investigate the effect of a lap board that was developed to prevent musculoskeletal disorders caused by the use of a computer mouse. Study participants were 10 college students in their 20s who did not have any musculoskeletal symptoms. We analyzed the difference in upper limb movements, electromyographic activity, task performance, and subjective discomfort between 2 conditions: use of a mouse with the lap board and use of a mouse placed on a desk. Results of behavior analysis showed that there was a significant difference between the 2 conditions in terms of the average angle of shoulder flexion, shoulder internal rotation, and forearm pronation ($p < 0.05$). However, electromyographic activity, task performance, and subjective discomfort showed no significant differences between the 2 conditions. When subjects used the mouse with the lap board, their upper extremity was located much closer to the torso than when they used the mouse placed on the desk. Six of 10 participating students preferred the lap board. We expect that advanced research on prevention of musculoskeletal disorders due to the use of the computer mouse will be conducted in the near future.

■ **keyword** : | Computer Mouse | Motion Analysis | Electromyography | Upper Extremity | Musculoskeletal Disorder |

* 본 연구는 한서대학교 교내연구비를 지원받아 수행되었습니다.

접수번호 : #130117-003

접수일자 : 2013년 01월 17일

심사완료일 : 2013년 01월 25일

교신저자 : 이진복 e-mail : relizion@hanseo.ac.kr

1. 서 론

오늘날 컴퓨터 기술의 발전으로 많은 직종에서 일상적인 업무 수행에 컴퓨터를 사용하고 있으며, 컴퓨터 작업 환경과 업무능력과의 관련성은 더욱 높아졌다[1]. 2012년 현재 우리나라 가구의 인터넷 보급률은 82.1%, 컴퓨터 보유율은 82.3%로[2], 컴퓨터의 사용은 사무실에서는 물론 가정에서도 일상화되었다. 그러나, 과도한 컴퓨터 사용은 사용자의 건강상의 문제를 유발할 수 있으며, 컴퓨터 작업시간과 근골격계 질환 발생과의 연관성이 보고되어왔다[3]. 컴퓨터 사용으로 인한 근골격계 질환을 조사한 연구에서 컴퓨터 사용자들은 전체 업무시간의 75% 이상을 컴퓨터 앞에 앉아 있으며[4][5], 일부 컴퓨터 집중작업에서는 휴식시간 없이 3시간 이상의 컴퓨터 작업이 요구되기도 한다[6]. 컴퓨터를 사용할 때의 불편한 자세와 지속적인 힘, 높은 반복성으로 인해 목과 어깨의 통증, 손목터널 증후군이나 DeQuervain's 증후군과 같은 상지 근골격계 질환의 발생 위험이 높다[7-9].

컴퓨터 작업을 위한 입력장치로 키보드와 마우스가 주로 사용된다. 최근 그래픽 인터페이스의 보급으로 컴퓨터 마우스나 트랙볼과 같은 포인팅 도구의 사용이 증가하고 있다[10]. 대부분의 컴퓨터 응용프로그램이 전체 이용시간의 60%이상에서 마우스를 사용하고 있으며[11], 그래픽 프로그램으로 작업할 경우 마우스 사용은 최대 65~70%까지 요구되는 것으로 보고되었다[12]. 이에 따라 컴퓨터 마우스 사용자들에게 작업과 관련된 근골격계 질환이 증가하는 추세이다[13][14]. 컴퓨터 마우스의 사용은 비중립자세와 아래팔 근육에 지속된 근부하와 관련되어 있다[15][16]. 마우스를 사용할 때, 위 팔은 벌림(abduction) 되고[13], 손목 펴(extension)과 자쪽치우침(ulnar deviation)이 반복되기 때문에[17][18], 근육긴장과 피로를 유발한다. Karlqvist 등[17]은 마우스 사용자와 비사용자를 비교한 연구에서, 15도 이상의 자쪽치우침은 전체 마우스 사용시간의 64%에서 나타나며, 30도 이상의 심각한 자쪽치우침도 30% 수준이라고 보고하였다. 컴퓨터 마우스를 사용하는 동안 아래팔이 앞침(pronation)된 자세에서 작업하는 것이

일반적인데[12], 손목의 자쪽치우침과 아래팔의 앞침 두 요소는 손목터널증후군 발병에 주요 원인이 되기도 한다[19].

이처럼 컴퓨터 마우스 사용으로 인한 문제들이 인식되면서 인간공학 전문가들은 이러한 근골격계 질환을 예방하기 위한 방안으로 손과 손목의 중립적인 자세를 유지할 수 있는 다양한 형태의 수직형 마우스를 개발해 왔다. 그러나 일반형과 수직형 마우스를 사용하는 데 있어서 개인적인 업무 테크닉의 차이, 책상표면을 부드럽게 이동하기 어려움, 작업수행도의 차이 등과 같은 이유로 마우스 사용자들은 수직형 마우스 보다 일반형 마우스를 더 선호하는 것으로 나타났다[20]. 때문에 컴퓨터 사용자 대부분은 여전히 일반형 마우스를 사용하고 있으며, 그로 인한 근골격계 질환 발생의 위험이 여전히 높다.

한편, 컴퓨터 사용자의 목과 어깨 통증에 대한 선행 연구들을 분석한 Larsson 등[9]은 컴퓨터 사용자의 목과 어깨 통증을 예방하기 위하여 생체역학적인 위험요소 인들에 대한 평가를 통해서 작업환경을 개선하고 작업시간을 줄일 것을 제안하였다. Ming 등[21]도 컴퓨터 사용자의 상지 근골격계 질환에 대한 고찰연구에서 마우스를 사용할 때 이완된 중간 자세를 유지하는 것이 최선이며, 팔꿈 높이 혹은 약간 더 낮은 자세를 유지하도록 할 것을 권고하였다. 컴퓨터 마우스 작업으로 인한 근골격계 질환을 예방하기 위해서는 인간공학적인 측면에서의 작업환경의 개선이 매우 중요하다.

그러나 컴퓨터 작업관련 국내 연구들은 주로 은행 등의 특정 업무환경에서의 유병률과 관련 요인들에 대한 연구이거나[22][23] 일부 고등학생들을 대상으로 한 연구[24] 등에 그쳤다. 최근에는 삼차원 동작분석과 근전도를 이용한 상지 연구가 시도 되고 있으나[25-27], 아직까지 근골격계 질환 예방에 초점을 맞춘 연구는 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 컴퓨터 마우스 사용으로 인한 근골격계 질환 예방을 위해 책상보다 낮은 높이에서 마우스를 사용할 수 있는 경사면이 있는 랩보드(lap board)를 제작하여 그 효과를 알아보고자 하였다. 따라서 본 연구의 목적은 랩보드에서 마우스를 사용할 때와 책상

에서 마우스를 사용할 때 상지의 움직임과 근전도, 작업수행도 및 주관적 불편도의 차이를 비교하였다.

II. 연구 방법

1. 대상자 및 자료수집방법

본 연구의 참여자들에게는 연구의 목적과 방법에 대해 설명하고 이에 동의한 참여자들은 실험 참여동의서를 작성하도록 하였다. 참여대상은 컴퓨터 사용에 익숙한 20대의 대학생으로 우세손이 모두 오른손이었다. 실험에는 남, 여 5명씩 총 10명이 참여하였다. 참여 전 상지와 경부의 외상이나 통증 여부를 확인하여, 선천적 기형 또는 외과적, 신경학적 질환이 있는 경우 대상에서 제외하였다.

연구참여자 전체의 평균 연령은 22.2세였고, 평균 신장은 남자는 173.4cm이고 여자는 158.6cm, 평균 체중은 남자는 73.4kg, 여자는 51.4kg이었다[표 1].

표 1. 연구참여자의 일반적 특성(N=10)(Mean(SD))

Variable	Male	Female	Total
Age (year)	23.2(1.0)	21.2(0.8)	22.2(1.3)
Body height (cm)	173.4(0.5)	158.6(4.8)	166.0(8.2)
Body weight (kg)	73.4(14.7)	51.4(4.3)	62.4(15.4)

2. 실험방법

2.1 실험과정

먼저 상지 움직임의 운동형상학적 자료를 측정하기 위한 기본적인 측정 후 12개의 반사 표식자를 참여자의 신체에 부착하였다. 참여자에 따라 책상과 의자의 높이를 조절하였다. 의자의 높이는 참여자의 엉덩관절과 무릎관절이 각각 90도를 유지할 수 있도록 조정하였다. 책상의 높이는 참여자가 어깨를 몸통에 붙인 자세에서 팔굽을 90도 굽힘하여 팔을 편안하게 올려놓을 수 있도록 하였다. 랩보드를 사용할 때는 랩보드를 무릎 위(넙다리 뼈 위)에 놓고 작업이 가능하도록 하고, 컴퓨터 스

크린과 몸통과의 거리는 책상에서 작업할 때와 동일하게 60cm로 조정하였다. 참여자가 작업과제와 마우스 사용에 익숙해지도록 10분 이상의 연습시간을 제공한 후 움직임의 운동형상학적 자료를 측정하였다.

휴식 후 근전도 자료를 얻기 위하여 오른쪽 4개 근육의 정확한 부착지점을 찾아 전극을 부착하고 예비 검사 후 실험을 진행하였다. 랩보드와 책상에서 마우스 작업의 순서는 무작위로 정하였다. 각 실험 조건에서 5분간 작업을 수행하도록 하였다. 작업이 종료되면 획득한 수행점수를 확인하고 CR-10 척도로 주관적 불편도 측정하였다. 각 작업 사이에는 10분간의 휴식을 제공하였고, 마지막에 각 근육에 대한 MVC(maximum voluntary contraction)를 측정하였다. 모든 실험을 마친 후 랩보드와 책상 중 선호하는 작업방식과 이유에 대해 조사하였다.

마우스 사용 과제는 실험용으로 제작된 바 있는 "Smile Catch" 프로그램으로 하였으며 개발자의 동의를 얻어 사용하였다. "Smile Catch" 프로그램은 원도상에 0.75초마다 다른 위치에 나타나는 그림을 마우스로 클릭하는 프로그램으로 5분 간 400회 나타나도록 되어 있다[28]. 그림이 나타나는 위치는 무작위이며, 정해진 시간 내에 정해진 위치를 클릭해야 점수로 인정된다. 총점 400점 중에 360점(90% 수준) 이상 획득한 경우에만 성공한 실험으로 인정하였다. 작업 화면은 본 실험에서 사용한 컴퓨터 스크린의 중앙에 위치하도록 설정하였고, 목표물의 크기는 2.7 cm × 2.7 cm였다.

작업수행도는 마우스로 목표물을 정확히 클릭한 횟수를 점수로 나타낸 것으로 본 실험에서는 5분간의 작업이 끝난 후 총점이 표시되었다.

2.2 동작분석 시스템

상지 움직임의 운동형상학적 자료(kinetics data)를 수집하기 위하여 영국 Vicon Motion Systems의 Vicon MX 장비를 사용하였다[29]. 이 장비는 참여자의 상지에 부착된 표식자(maker)에 의해 반사되는 적외선을 카메라에서 인식하고 그 위치와 정보를 컴퓨터에 저장하도록 설계되었다. 우선, 책상을 중심으로 6대의 적외선 카메라를 설치하면서 초점 등의 광학 보정을 하였

다. 실험 동작을 시연하면서 사각지대를 최소화하는 위치에 카메라를 설치하였다. 다음으로 Vicon MX 장비의 영점조정과 함께 전역좌표계(global coordinate)를 설정하였다. 표본추출률(sampling rate)은 150 Hz로 하였다.

피험자는 실험 동작과 표식자의 부착 및 반사를 방해하지 않는 편안한 옷을 착용하였다. Vicon MX 장비가 요구하는 피험자의 신체 치수를 측정하여 입력한 후, 총 12개의 반사 표식자를 부착하였다. 표식자를 부착한 해부학적 위치는 일곱째 목뼈(7th Cervical vertebra), 열번째 등뼈(10th Thoracic vertebra), 복장 패임(suprasternal notch), 칼돌기(xiphoid process), 오른쪽 어깨(in the end part acromion), 오른쪽 어깨뼈(scapular), 위팔뼈의 중앙(center of humerus), 오른쪽 가쪽위팔관절융기(lateral humeral epicondyle), 오른쪽 노뼈의 중앙(center of radius), 오른쪽 손목의 노뼈 붓돌기(styloid process of radius)와 자뼈 붓돌기(styloid process of ulna), 그리고 오른쪽 손의 손허리손가락관절(3rd metacarpophalangeal joint)이었다. 이는 동작분석 시스템에서 널리 쓰이는 ‘Plug-in Gait marker set’을 따른 것이다. 표식자를 모두 오른쪽에 붙인 것은 피험자가 모두 오른손 우세였기 때문이다.

피험자가 준비되면 실험 위치의 의자에 앉도록 하고 Vicon MX 장비에서 요구하는 ‘Subject Calibration’을 거쳐서 실험 준비를 마쳤다.

2.3 표면근전도 시스템

상지의 근활성도를 측정하기 위해 무선 방식의 표면 근전도계인 TeleMyo 2400T G2(Noraxon U.S.A. Inc.)를 사용하였다. 전극은 같은 Noraxon U.S.A. Inc.의 이극표면전극(biopolar surface electrode)을 사용하였는데 지름이 1cm, 전극 간의 간격이 2cm였다. 표본추출률(sampling rate)은 1500Hz로 설정하였고 cut-off 주파수가 500Hz인 저역대 통과 필터(low pass filter)를 사용하였다. 5분 동안 측정된 근전도 신호를 이온 곡선은 300ms 단위로 RMS(Root Mean Square)를 취하여 거친 곡선을 부드럽게 하였다. 측정 대상 근육마다 MVC 근전도를 측정하고 이에 대한 %MVC의 5분 간

의 평균을 계산하였다. MVC 근전도는 MVC 동안 측정된 근전도 가운데 1초 동안의 측정값 합이 가장 큰 구간의 평균값으로 하였다. 컴퓨터 마우스 사용시 상지의 근활성도를 측정하기 위하여 위등세모근(upper trapezius), 가운데 어깨세모근(middle deltoid), 손가락 펴근(extensor digitorum), 그리고 자쪽손목굽근(extensor carpi ulnaris)의 총 4개 근육을 조사하였다. 전극의 부착위치와 부착방법은 선행연구의 방법을 따랐다 [28][30][31][그림 1].

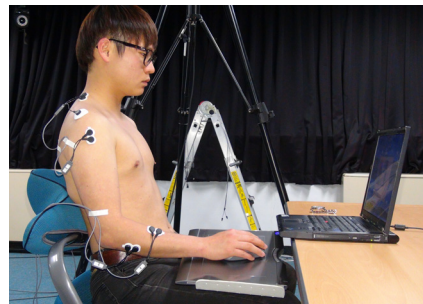


그림 1. 랩보드를 사용할 때의 작업자세

2.4 주관적 불편도

작업으로 인한 불편도는 Borg가 개발한 CR-10 Rating scale을 이용하였다. CR-10 Rating scale은 비율척도로서 측정값 사이의 비율계산이 가능하며 다양한 통계분석과 절대 평가가 가능하다. Borg’s CR-10 Rating scale은 “0”은 “강도 없음” 즉, 침대에 누울 때와 의자에 편안하게 앉을 때의 느낌을 의미하고, “10”은 “견디기 힘든 강한 강도”를 의미한다[32].

본 실험에서는 랩보드와 책상에서 작업이 종료된 직후 CR-10 scale을 이용하여 주관적 불편도를 측정하였다. CR-10 scale에 따라 어깨, 위팔, 팔꿈치, 아래팔, 손목, 손까지 총 6부위에 대한 주관적 불편도를 점수로 기록하도록 하였다[33]. 또한, 모든 실험이 종료된 이후 두 가지 작업방식 중 선호하는 작업방식과 이유에 대해 조사하였다.

2.5 경사진 랩보드

컴퓨터 사용할 때 흔히 나타나는 목과 어깨 근육의

피로를 감소시키는데, 팔지지판(arm board)가 효과적이었었다는 Rempel 등[34]과 의자의 팔걸이(arm rest) 사용시 감소를 보고한 Marcus 등[35]의 연구에 착안하여 책상보다 낮은 위치에서 마우스 작업을 수행할 수 있는 새로운 랩보드를 개발하였다. 또한, 아래팔의 옆침을 줄이기 위해 몸의 중심에서 가쪽으로 경사도가 15° 있게 제작하였다. 본 실험을 위해 제작한 랩보드는 0.5cm 두께의 아크릴재질로, 전체 길이는 50cm, 폭은 20cm, 기울기는 15° 이었다(그림 2).



그림 2. 경사진 랩보드와 마우스(앞면)

3.5 마우스

마우스로는 bluetooth 방식의 무선 디지털화 (digitizer)인 Graphire(Wacom, U.S.A)와 이에 연동된 무선 마우스를 사용하였다. 상대 좌표 방식의 기존 마우스로는 동일한 과제를 부가하여도 피험자마다, 또는 시행 시마다 손의 위치가 동일하게 반복 재현되지 않는다. 이는 실험이 성립하는 데에 심각한 결격 사유이다. 절대 좌표 방식의 디지털타이저를 사용하면 동일한 과제에 대해 동일한 손 위치가 보장되므로 기존 마우스 실험의 문제점을 해결할 수 있다. 디지털타이저의 작업 영역은 20.88 × 15.08 cm이고, 마우스 크기는 길이 11.4 cm, 너비 6.1cm, 높이 3.7cm로 일반 마우스 정도이다(그림 2).

3. 분석방법

본 연구는 랩보드 위에서 마우스로 작업할 때와 책상 위에서 마우스로 작업할 때의 참여자의 상지 관절의 움직임, 근활성도, 수행도 및 상지의 불편도를 비교하였다. 본 연구의 종속변수가 연속변수인 점을 고려하여 독립된 t-검정을 실시하였다. 본 연구의 통계학적 유의성을 검정하기 위한 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 하였다. 통

계처리를 위해서는 상용프로그램인 윈도우용 SPSS 12.0을 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 동작분석 결과

본 실험을 위해 제작한 랩보드와 책상에서 마우스 포인팅 작업을 수행하는 동안 평균적인 상지 운동의 각도는 표2 에 제시하였다. 랩보드에서 작업 시 어깨 굽힘의 평균 각도는 -11.21°, 책상에서 6.85° 로 통계적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 어깨 벌림의 평균 각도는 랩보드에서 24.22°, 책상에서 28.10° 로 랩보드 사용시, 어깨 벌림의 범위가 다소 줄었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 어깨 안쪽돌림의 평균 각도는 랩보드에서 21.69°, 책상에서 -0.56°로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$).

또, 아래팔 옆침의 평균 각도는 랩보드에서 39.45°, 책상에서 42.52°로 책상 위에서 보다 랩보드에서 증립에 더 가까운 각도로 나타났다($p < 0.05$).

그 외 팔꿈 굽힘과 손목 펴, 손목의 자측치우침의 평균 각도는 책상 위에서 보다 랩보드에서 약간 증가된 경향을 보였으나, 통계적으로 유지하지 않았다.

표 2. 랩보드와 책상 위 마우스 작업 시 상지의 움직임 비교 (단위: 각도, mean(SD))

Movement (Right side)	Lap board	Table	t	p
Shoulder flexion	-11.21(1.3)	6.85(1.0)	4.720	0.000*
Shoulder abduction	24.22(0.7)	28.10(0.6)	1.625	0.122
Shoulder internal rotation	21.69(1.23)	-0.56(1.2)	-8.162	0.000*
Elbow flexion	102.81(0.9)	97.04(1.1)	-1.042	0.311
Forearm pronation	39.45(1.4)	42.52(0.9)	-3.138	0.006*
Wrist extension	24.17(2.3)	18.95(2.6)	-1.593	0.129
Wrist ulnar deviation	18.14(2.0)	7.44(1.4)	-0.371	0.715

p<0.05

2. 표면근전도 분석 결과

랩보드에서의 작업과 책상에서의 작업 시 상지 4개 근육의 근활성도를 분석한 결과는 [표 3]에 제시하였다. 참여자들의 오른쪽 위등세모근 근활성도는 랩보드에서 평균 1.56% MVC, 책상에서 평균 2.84% MVC로 4 근육 중 활성도가 가장 낮았다. 오른쪽 자뼈손목뽀근 근활성도가 랩보드와 책상에서 평균 9.02 % MVC와 10.27 % MVC로 비교적 높았으나, 그 외 모든 근육과 마찬가지로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

표 3. 랩보드와 책상 위 작업 시 상지 근육의 활성도 비교 (단위: % MVC 값, Mean(SD))

% MVC	Lap board	Table	t	p
Upper trapezius	1.56(1.1)	2.84(1.9)	1.744	0.098
Middle deltoid	5.46(2.8)	6.67(3.9)	0.761	0.456
Extensor digitorum	7.87(4.7)	10.67(14.7)	0.544	0.593
Extensor carpi ulnaris	9.02(2.9)	10.27(2.7)	0.940	0.360

p<0.05

3. 작업수행도

책상에서의 평균 수행도가 378.4점으로, 랩보드에서 평균 수행도 375.7점보다 다소 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다[표 4].

표 4. 랩보드와 책상 위 작업 시 마우스 포인팅작업의 수행도(단위: 점, Mean(SD))

	Lap board	Table	t	p
Performance	375.7(10.2)	378.4(9.8)	0.572	0.574

p<0.05

4. 주관적 불편도 및 선호도

CR-10 척도로 조사한 주관적 불편도의 분석결과는 다음 [표 5]에 제시하였다. 랩보드와 책상에서 마우스 작업 시 주관적 불편도는 6개 신체 부위에서 모두 유의한 차이는 나타나지 않았다.

선호도 조사에서 랩보드는 6명이, 책상은 4명이 마우스 사용시 더 편하다고 답하였다. 랩보드를 선호하는

이유는 책상보다 높이가 낮아 어깨의 피로가 덜하다는 이유가 있었고, 책상을 선호하는 경우는 평소 사용하는 방식이기 때문에 익숙하다는 점과 아래팔을 지지할 수 있어 더 안정적이라는 의견이 있었다. 또, 본 실험에서는 동작분석을 위해 부착한 표식자로 인해 의자등받이에 기대지 않고 곧게 편 자세를 유지하도록 하였기 때문에, 등받이에 지지된 상태에서 하던 평소 컴퓨터 작업에 비해 불안정함을 느꼈다는 의견도 있었다.

표 5. 랩보드와 책상 위 작업 시 상지의 주관적 불편도 (단위: 점, Mean(SD))

CR-10 Borg's scale	Lap board	Table	t	p
Shoulder	1.60(0.86)	1.70(0.93)	0.237	0.815
Arm	1.40(0.73)	1.20(0.56)	-0.651	0.523
Elbow	1.05(0.82)	1.15(1.07)	0.222	0.827
Forearm	2.30(1.47)	2.50(1.16)	0.320	0.752
Wrist	2.65(1.86)	2.75(2.14)	0.106	0.917
Hand	2.15(1.10)	2.30(1.27)	0.268	0.791

p<0.05

IV. 고찰

인터넷과 개인용 컴퓨터 보급의 확대로 국내 가구별 컴퓨터 보유율은 2012년 현재 82.3%로 이제 컴퓨터의 사용은 일상화되었다. 또한, 최근 컴퓨터 그래픽프로그램의 활용이 증가하면서 마우스 사용시간도 급격히 늘어나는 추세이다. 그러나 마우스 작업은 일반적으로 비중립자세에서 이루어지기 때문에 손목 통증의 유병률과 높은 관련이 있다[36]. 마우스를 사용할 때 손목은 펴고 자쪽치우침이 빈번히 반복된다[17][37]. 이러한 자세들은 손, 손목뿐만 아니라 아래팔과 어깨 등 상지의 근골격계 질환 발생의 위험 요인으로 작용한다[38]. 이에 본 연구에서는 마우스를 사용할 때의 근골격계 질환을 예방하기 위한 마우스 사용 보조도구인 경사진 랩보드를 개발하여 그 효과를 검증해보고자 하였다.

삼차원 동작분석 결과, 랩보드를 사용할 때 어깨 굽힘은 평균 -11.21°로 책상에서 마우스를 사용할 때의 6.85°와 비교하여 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05).

이러한 각도의 차이는 랩보드를 무릎 위에 올려놓고 사용하였기 때문에, 책상 위에 마우스와 패드를 놓고 사용할 때에 비해 어깨는 약 11° 정도 펴지고, 아래팔과 손은 몸통에 더 가까이 위치한 상태였음을 의미한다. 작업 시 상지를 몸의 중심에 가깝게 위치시키는 것은 일반적으로 팔을 멀리 뻗어 작업할 때보다 손의 힘과 기능면에서 더 좋은 위치로 추천된다[39]. 어깨 벌림의 각도는 책상에서 마우스를 사용할 때 평균 4° 정도 더 컸는데, 어깨 벌림의 증가는 아래팔의 옆침을 증가시키고 손목터널에 가해지는 압박력을 증가시키므로[19], 감소되는 것이 바람직하다.

한편, 랩보드에서 마우스를 사용할 때 책상에서 사용할 때에 비해 평균 22° 정도 어깨 안쪽돌림된 자세가 나타났다($p < 0.05$). 어깨의 안쪽돌림은 랩보드가 책상에 비해 몸에 더 가까이 위치한 결과로 보인다. 그로 인해 마우스를 잡는 손도 책상에 비해 몸통에 더 근접한 위치에 있게 된다. 이러한 자세의 변화만으로 랩보드의 효과를 논할 수는 없으나 상지가 몸의 중심에 근접한 상태에서 작업이 이루어지는 것은 팔을 앞으로 뻗어 작업할 때 보다 위쪽 상지의 피로를 줄일 수 있을 것으로 기대하였다. 이와 관련된 연구로 Straker 등[40]은 10-12세 사이의 청소년을 대상으로 책상에서 마우스를 사용할 때 아래팔을 지지한 경우와 지지하지 않은 경우의 차이를 조사하였다. 이들의 연구결과 두 조건 간의 통계적인 차이는 나타나지 않았으나, 아래팔을 책상에 지지한 상태일 때 약간의 몸통 회전과 목의 가쪽굽힘이 일어나 몸통의 비대칭이 나타났다. Straker 등[40]의 연구결과에 따르면, 마우스는 주로 한 손을 사용하므로 반복적인 사용은 몸통 비대칭에 영향을 줄 수 있다. 그러므로 오히려 책상높이보다 낮은 작업대가 어깨를 이완시키고 비대칭의 영향을 줄일 수 있다고 사료된다.

Cook 등[41]은 손목의 지지 여부에 따른 손목 펴 각도의 차이는 나타나지 않았으며, 마우스를 사용할 때 평균적인 손목 펴 각도는 30° 이상이라고 하였다. 본 연구에서는 손목 펴의 평균각도가 랩보드에서 약 24°, 책상에서 약 19°로 나타나 Cook 등[41]의 연구에서 보다 손목 펴의 각도가 좁았다. 자쪽치우침의 평균 각도는 Cook 등[41]의 연구에서는 최소 10°에서 최대 20°로

나타났는데, 본 연구에서 랩보드 약 18°와 책상 약 7.5°로 유사한 수준이었다. 한편, Szeto와 Lin[42]은 손목의 노쪽-자쪽 치우침을 조사한 연구에서 근골격계 유증상군은 대조군에 비해 작업을 수행하는 동안 손목과 손의 불편도에서 유의한 차이를 보였고, 마우스 클릭 반응시간은 더 길고, 클릭 횟수는 더 적었다고 보고하였다. 이러한 결과는 컴퓨터 작업으로 인한 근골격계 질환은 마우스 사용 시 반응시간과 횟수에 영향을 미치며 불편함 뿐만 아니라 기능적 저하를 초래한다는 것을 확인시켜 주는 것이다.

표면근전도 분석결과, 오른쪽 위등세모근, 중간어깨세모근, 손가락 펴근, 그리고 자빠손목펴근 모두 랩보드에서 작업 시 근활성도 값이 약간 낮았으나, 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이는 본 연구에서와 동일한 작업과제를 사용한 유환석[28]의 연구결과와 비교할 때 근활성도가 전반적으로 매우 낮은 수준이었고, 이동훈 등[33]의 연구에서 일반형 마우스 작업 시 자빠손목펴근이 12.63 %MVC로 나타났던 결과와 비교하면, 본 연구의 책상에서 10.27 %MVC 값으로 볼 때 거의 유사한 수준이었다. 책상 위에서 마우스를 이동시켜야 하기 때문에 어깨 관절 위주의 큰 관절 움직임이 일어난다고 한 Jensen 등[13]의 연구와 위등세모근의 근활성도가 높게 나타난 유환석[28]의 연구와 달리, 본 연구에서는 위등세모근의 근활성도가 랩보드와 책상에서 모두 낮았다. 이는 참여자의 신체에 맞게 조절된 책상과 그보다 더 낮은 높이의 랩보드에서 작업이 이루어져 불필요한 어깨 움직임이 적었기 때문일 것으로 생각된다. 이는 Ming 등[27]이 마우스를 사용할 때 팔꿈치 높이 혹은 약간 더 낮은 자세를 유지하도록 제안한 내용이 반영된 결과로 해석된다.

작업수행도는 랩보드 375.7점에서보다 책상에서 378.4점으로 약간 높았으나, 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이는 총점의 90%에 해당하는 360점 이상을 모든 참여자가 획득하여 두 작업조건이 수행도에는 영향을 주지 않았음을 의미한다.

CR-10 척도는 작업 시 느끼는 주관적 불편도를 쉽고 간단하게 표시하여 비교할 수 있다는 점에서 여러 연구에서 사용된다[33][43][44]. 이동훈 등[28]의 연구에서

일반형 마우스 사용시 주관적 불편도는 아래팔이 2.59점으로 가장 높고, 손목, 손, 위팔, 어깨, 팔꿈치 순으로 높았다. 본 연구에서도 이와 유사한 결과를 나타내었는데, 책상에서 주관적 불편도는 손목이 2.75점으로 가장 높고, 아래팔, 손, 어깨, 위팔, 팔꿈치 순이었다. 랩보드에서도 비슷한 경향을 보였다.

선호도 조사에서 랩보드를 선택한 경우는 대부분 랩보드가 책상보다 높이가 낮아 어깨의 피로가 덜하다는 것이었고, 책상을 선택한 경우는 평소 책상을 사용하는 것이 익숙하고 아래팔을 지지할 수 있어 더 안정적이라는 의견이 있었다. 이상과 같은 연구결과를 요약하면, 컴퓨터 마우스 작업 시 발생할 수 있는 근골격계 질환을 예방하기 위해 개발한 경사진 랩보드는 책상과 의자 높이를 참여자의 신체에 맞추고 작업하는 경우에 비해 작업자의 상지를 몸통에 가깝게 위치시킨다. 그러나 근활성도나 수행도, 주관적 불편도 측면에서는 차이가 나타나지 않았다.

본 연구의 제한점으로 실험에 사용한 작업과제 수행시 프로그램 창이 상대적으로 작아서 본 실험에서 사용한 마우스(디지털타이저)의 작업영역 전체를 사용하지 못해 실험결과와의 차이가 적었던 점, 마우스를 사용하는 오른쪽 상지 사용만 고려하여 오른쪽 움직임과 근전도 자료만을 측정하였으나 비대칭의 문제를 고려하지 못한 점, 남·여의 차이를 비교할 수 있을 만큼 충분한 참여자를 조사하지 못한 점 등이다. 향후에는 이러한 제한점을 개선하여 상지 근골격계 질환 예방에 더 효과적인 작업개선 방안이 연구되기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] S. Haynes, "Effects of positioning optimization in an alternative computer workstation for people with and without low back pain," *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.39, No.5, pp.719-727, 2009.
- [2] <http://www.index.go.kr/> e-나라지표. 인터넷이용 실태조사(방송통신위원회 및 인터넷진흥원), "가
구인터넷보급률 및 컴퓨터 보유율," 2012.
- [3] C. Jensen, L. Finsen, K. Sogaard, and H. Christensen, "Musculoskeletal symptoms and duration of computer and mouse," *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.30, No.4-5, pp.265-275, 2002.
- [4] B. M. Blatter and P. M. Bongers, "Duration of computer use and mouse use in relation to musculoskeletal disorders of neck or upper limb," *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.30, No.4-5, pp.295-306, 2002.
- [5] A. Toomingas and D. Gavhed, "Workstation layout and work postures at call centers in sweden in relation to national law, EU-directives and ISO-standards, and to operators' comfort and symptoms," *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.38, No.11-12, pp.1051-1061, 2008.
- [6] L. Karlqvist, E. W. Tornqvist, M. Hagberg, M. Hagman, and A. Toomingas, "Self-reported working conditions of VDU operators and associations with musculoskeletal symptoms: a cross-sectional study focussing on gender differences," *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.30, No.4-5, pp.277-294, 2002.
- [7] A. Hedge and J. R. Powers, "Wrist postures while keyboarding: effects of a negative slop keyboard system and full motion forearm supports," *Ergonomics*, Vol.38, No.3, pp.508-517, 1995.
- [8] D. Rempel, P. Tittiranonda, S. Burastero, M. Hudes, and Y. So, "Effect of keyboard keyswitch design on hand pain," *Journal of Occupational Environmental Medicine*, Vol.41, No.2, pp.111-119, 1999.
- [9] B. Larsson, K. Sogaard, and L. Rosendal, "Work related neck - shoulder pain: a review on magnitude, risk factors, biochemical characteristics,

- clinical picture and preventive interventions,” Best Practice & Research Clinical Rheumatology, Vol.21, No.3, pp.447-463, 2007.
- [10] M. Fogleman, G. Brogmus, “Computer mouse use and cumulative trauma disorders of upper extremities,” Ergonomics, Vol.38, No.12, pp.2465-2475, 1995.
- [11] R. Harvey and E. Peper, “Surface electromyography and mouse use position,” Ergonomics, Vol.40, No.8, pp.781-789, 1997.
- [12] P. J. Keir, J. M. Bach, and D. Rempel, “Effects of computer mouse design and task on carpal tunnel pressure,” Ergonomics, Vol.42, No.10, pp.1350-1360, 1999.
- [13] C. Jensen, V. Borg, L. Finsen, K. Hansen, B. Juul-Kristensen and H. Christensen, “Job demands, muscle activity and musculoskeletal symptoms in relation to work with the computer mouse,” Scandinavian Journal of Work Environment Health, Vol.24, No.5, pp.418-424, 1998.
- [14] M. H. Liao and C. G. Drury, “Posture, discomfort and performance in a VDT task,” Ergonomics, Vol.43, No.3, pp.345-359, 2000.
- [15] L. Karlqvist, M. Hagberg, M. Köster, M. Wenemark, and R. Ånell, “Musculo-skeletal symptoms among computer assisted design (CAD) operators and evaluation of self-assessment questionnaire,” International Journal of Occupational Environmental Health, Vol.2, No.3, pp.185-194, 1996.
- [16] A. Cooper, and L. Straker, “Mouse versus keyboard use: A comparison of shoulder muscle load,” International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.22, No.4-5, pp.351-357, 1998.
- [17] L. Karlqvist, M. Hagberg, and A. Selin, “Variation in upper limb posture and movement during word processing with and without mouse use,” Ergonomics, Vol.37, No.7, pp.1261-1267, 1994.
- [18] J. Wahlstromn, J. Svensson, M. Hagberg, and P. Johnson, “Differences between work methods and gender in computer mouse use,” Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, Vol.26, No.5, pp.390-397, 2000.
- [19] M. Fagarasanu, and S. Kumar, “Carpal tunnel syndrome due to keyboarding and mouse tasks: a review,” International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.31, No.2, pp.119-136, 2003.
- [20] E. Gustafsson and M. Hagberg, “Computer mouse use in two different hand positions: exposure, comfort, exertion and productivity,” Applied Ergonomics, Vol.34, No.2, pp.107-113, 2003.
- [21] Z. Ming and N. Zaproudina, “Computer use related upper limb musculoskeletal (ComRULM) disorders,” Pathophysiology, Vol.9, No.3, pp.155-160, 2003.
- [22] 박정일, 조경환, 이승환, “여성 국제 전화 교환원 들에 있어서의 경건완 장애 I: 자각적 증상,” 대한산업의학회지, 제1권, 제2호, pp.141-150, 1989.
- [23] 임상혁, 이윤근, 조정진, 손정일, 송재철, “은행 창구 작업자(VDT작업자)의 경건완 장애 자각 증상 호소율과 관련 요인에 관한 연구,” 대한산업의학회지, 제9권, 제1호, pp.85-98, 1997.
- [24] 이동욱, “일부지역 중·고등학교 남학생들에서 개인용 컴퓨터 사용이 근골격계 증상에 미치는 영향,” 가정의학회지, 제23권, 제6호, pp.760-768, 2002.
- [25] 유원규, 박지혁, 유은영, 신혜경, 최종덕, “팔뻗기 과제 수행시 수행거리가 체간과 팔의 움직임에 미치는 영향,” 대한작업치료학회지, 제12권, 제2호, pp.61-70, 2004.
- [26] 유원규, 박지혁, 김민희, “다양한 양측 팔뻗기 작업수행시 팔뻗기 속도와 수직이동거리,” 대한작업치료학회지, 제13권, 제2호, pp.41-49, 2005.

- [27] 임희성, *계단상하보행시 대퇴사두근의 근전도 분석*, 건국대학교 석사학위논문, 1998.
- [28] 유환석, *컴퓨터 마우스와 트랙볼 사용 시의 근활성도와 수행도 비교*, 연세대학교보건환경대학원 석사학위논문, 2007.
- [29] P. Tebbutt, J. Wood, and M. King, *The Vicon Manual*, Oxford, England: Vicon Motion Systems, 2005.
- [30] J. R. Cram, G. S. Kasman, and J. Holtz, *Introduction to surface electro-myography*, Maryland, MD: An Aspen Pub., 1998.
- [31] 김효준, *근골격계 질환 예방을 위한 마우스 작업의 손목 지지대 개선*, 한국과학기술원 석사학위논문, 2006.
- [32] 김은식, *하지 불균형 자세의 작업부하에 대한 인공학적평가*, 동아대학교 석사학위논문, 2010.
- [33] 이동훈, 천제민, 박장운, 유희천, "컴퓨터 작업 환경에서의 마우스 형상에 따른 작업 수행도, 근전도 및 주관적 불편도 분석," *대한인간공학회 학술대회논문집*, pp.410-413, 2007.
- [34] D. M. Rempel, N. Krause, R. Goldberg, D. Benner, M. Hurdes, and G. U. Goldner, "A randomised controlled trial evaluating the effects of workstation interventions on upper body pain and incident musculoskeletal disorders among computer operators," *Occupational and Environmental Medicine*, Vol.63, No.5, pp.300-306, 2006.
- [35] M. Marcus, F. Gerr, C. Monteilh, D. J. Ortiz, E. Gentry, and S. Cohen, "A prospective study of computer users: II. Postural risk factors for musculoskeletal symptoms and disorders," *American Journal of Industrial Medicine*, Vol.41, No.4, pp.236-249, 2002.
- [36] C. Cook, R. Burgess-Limerick and S. Chang, "The prevalence of neck and upper extremity musculoskeletal symptoms in computer mouse users," *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.26, No.3 pp.347-356, 2000.
- [37] R. Burgess-Limerick, J. Shemmell, R. Scadden, and A. Plooy, "Wrist posture during computer pointing device use," *Clinical Biomechanics*, Vol.14, No.4, pp.280-286, 1999.
- [38] M. Hagberg, "ABC of work related disorders: neck and arm disorders," *British Medical Journal*, Vol.313, No.7054, pp.419-422, 1996.
- [39] 양성환, 박범, 최정화, 조문선, 갈원모, 강영식, 양영애, *작업생리학*, 현문사, 2010.
- [40] L. Straker, R. Burgess-Limerick, C. Pollock, and B. Maslen, "The effect of forearm support on children's head, neck and upper limb posture and muscle activity during computer use," *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol.19, No.5, pp.965-974, 2009.
- [41] C. Cook, R Burgess-Limerick, and S. Papalia, "The effect of wrist rests and forearm support during keyboard and mouse use," *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.33, No.5, pp.463-472, 2004.
- [42] G. P. Szeto and J. K. Lin, "A study of forearm muscle activity and wrist kinematics in symptomatic office workers performing mouse-clicking tasks with different precision and speed demands," *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol.21, No.1, pp.59-66, 2011.
- [43] 김유창, 이준팔, 윤훈용, "VDT작업에서 휴식시간에 따른 주관적 불편도 평가에 관한 연구," *대한인간공학회 학술대회논문집*, pp.22-25, 2007.
- [44] 송영웅, 김경아, "컴퓨터 작업에서 마우스 종류에 따른 상완 부하 평가," *대한산업공학회지*, 제37권, 제3호, pp.209-215, 2011.

저 자 소 개

박 소 연(So-Yeon Park)

정회원



- 1993년 2월 : 연세대학교 재활학과 (보건학사)
- 1997년 8월 : 연세대학교 보건대학원 정책 및 관리학과 (보건학석사)
- 2000년 8월 : 가톨릭대학교 대학원 보건학과(보건학박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 작업치료학과 부교수
<관심분야> : 근골격계작업치료, 직업재활, 인간공학

이 택 영(Taek-Young Lee)

정회원



- 1986년 2월 : 연세대학교 재활학과 (보건학사)
- 1999년 2월 : 한국체육대학교 건강관리학과(체육학석사)
- 2007년 2월 : 연세대학교 재활학과 (이학박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 작업치료학과 정교수
<관심분야> : 노인작업치료, 노인복지, 노인문화 등

이 진 복(JinBock Yi)

정회원



- 1998년 2월 : 연세대학교 재활학과 (보건학사)
- 2000년 8월 : 연세대학교 의용전자 공학과 (공학사)
- 2003년 2월 : 연세대학교 의료공학 협동과정 (의료공학석사)
- 2012년 2월 : 연세대학교 의공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 재활과학기술학과 교수
<관심분야> : 생체역학, 재활공학, 보조과학기술