Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 26, No. 4 pp.41-47, November 2007

근전도를 이용한 VDT 작업시 짧은 휴식시간에 관한 연구*

김 유 창 · 이 준 팔

동의대학교 산업경영공학과

A Study on the Short Break Time on VDT Work using EMG

Yu Chang Kim, Jun Pal Lee

Department of Industrial Management Engineering, Dongeui University, Busan, 614-714

ABSTRACT

This paper suggested the best work conditions including short break time and the number of mouse clicks on the computer work for the prevention of MSDs on VDT work. Fatigue measures included EMG based parameters. The short break time conditions are grouped into 7, 15, and 30 seconds after every work for 10 min and the number of mouse clicks are divided into 10, 20, and 30 clicks/min. The result of the ANOVA of the shift value of %MVC(Maximum Voluntary Contraction) showed the following: 1) There was a considerable difference as regards to the break time except the number of mouse clicks on the upper trapezius muscle(p<0.05). The best conditions were shown in 15 sec after every 10 min and 30 clicks/min. 2) There were considerable differences as regards to the number of mouse clicks except the break time on the extensor digitorum muscle and extensor carpi ulnaris muscle(p<0.05). The best conditions were shown in 7 sec after every 10min and 10 clicks/min.

Keyword: VDT, MSDs, Short break time, the number of mouse click, EMG, %MVC

1. 서 론

정보화시대에 따른 컴퓨터 기술의 비약적인 발전으로 인하여 컴퓨터는 사무실, 공장, 학교, 가정 등에서 다양한 용도로 사용하게 되었으며, 특히 개인용 컴퓨터의 출현 이후 컴퓨터의 활용범위 및 보급은 기하급수적으로 늘어나고 있다.

컴퓨터의 사용시간과 빈도가 증가하고 사용범위가 확대됨에 따라 근골격계질환(MSDs, Musculoskeletal Disorders), 시각계장애, 두통, 스트레스장애, 피부장애 및 생식기장애 등과 같은 VDT 증후군(Visual Display Terminal Syndrome)이 사회적인 문제로 부각되었다(WHO, 1987). 특히 VDT 작업은 정적인 작업 자세와 팔, 손가락 등의 지속적이고 반복적인 사용으로 인하여 신체의 연골 조직에 만성적인 질병을 야기하는 누적외상성질환(CTDs, Cumulative Trauma Disorders)의 유발요인이 된다. 이러한 누적외상성질환은 컴퓨터 및 정보화시대의 새로운 산업재해로서 오늘날 가장 빈번하게 발생하는 직업병 중의 하나가 되었다.

노동부에서 발표한 산업재해분석에 따르면 신체부담작업으로 인한 질환자(경견완장해자 등)수는 2000년 487명, 2001년 768명, 2002년 1167명, 2003년 2906명, 그리고 2004년 2953명으로 급증하였으며, 2005년에는 1926명으로 전년 대비 34.8%가 감소하였으나 여전히 전체 업무상질병자수의 25.7%를 차지하고 있어 이를 예방하기 위한 지속

교신저자: 김유창
주 소: 614-714 부산광역시 부산진구 가야3동 엄광로 995, 전화: 051-890-1661, E-mail: yckim@deu.ac.kr

적인 연구와 대책방안의 강구가 요구된다(노동부, 2001~2006).

미국의 경우 사무근로자 중 근골격계질환 사례가 1985년과 1990년 사이 10배 증가하였고(Fagarasanu & Kumar, 2003), BLS(2002)에 따르면 2000년 미국의 주요 장애유발 질병 및 상해 중에서 누적외상성질환으로 인한 휴업일수의 중앙값이 27.7일로 가장 높았다.

VDT 증후군의 유발요인은 성, 연령, 근속년수, 1일 근무시간과 1회 연속작업시간, 모니터화면의 높낮이, 그리고 심리적 요인들과 연관된다(WHO, 1987). 특히, Konz(1998)는 1회 연속작업시간의 증가는 작업자의 피로를 급격히 증가시킨다고 보고하였으며, Misawa et al.(1984)은 작업강도와 관련된 변인들 중 VDT 증후군의 정도에 유의하게 영향을 미칠 수 있는 인자로서 1회 연속작업시간을 지적하였다. 또한, NIOSH(1992, 1993)는 휴식시간과 관련하여 지속적인 컴퓨터 작업에서 규칙적인 짧은 휴식은 작업자의 생산성과 건강에 효과적이라고 제안하였다.

VDT 작업시 짧은 휴식시간에 관한 외국의 선행연구들을 살펴보면, Balci & Aghazadeh(2003)는 60분 작업 후 10분 휴식과 30분 작업 후 5분 휴식보다 60분간의 작업 동안 매 15분마다 micro 휴식은 작업의 속도(speed)와 정확성(accuracy)을 향상시키고 작업자의 어깨 불편도를 감소시킬 수 있다고 보고하였으며, Kong-King Shieh & Ming-Te Chen(1997)은 매 50분 작업 후 10분 휴식을 취하는 것보다 매 25분 작업 후 5분간의 휴식을 취하는 것이 작업의 수행도를 향상시키고 VDT 작업 관련 문제점들을 감소시킬 수 있다고 제안하였다. Henning et al.(1996)은 한 시간의 컴퓨터 작업 동안 10분마다 30초 동안의 짧은 휴식시간을 가지면 업무 방해와 허리의 불편함을 감소시킬 수 있다고 보고하였으며, Pheasante(1991)는 매 10분마다 15초 휴식을 취하는 것이 1일 작업시간 동안 작업자의 피로를 50%까지 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 또한, Niche Software Ltd.는 VDT 작업시 5~10분마다 5~10초의 micro-break를 제시하였다.

이상의 선행연구 결과에서 알 수 있듯이 VDT 작업시 한 번의 긴 휴식보다는 여러 번의 짧은 휴식이 더욱 효과적이며, 대체적으로 연속작업시간 10분마다 5~10초, 15초 그리고 30초의 짧은 휴식이 작업자의 피로를 감소시키는데 더욱 효과적이라고 보고하였다. 한편, 현재 우리나라에서는 "영상표시단말기(VDT) 취급근로자 작업관리지침"에서 "사업주는 영상표시단말기 연속작업을 수행하는 근로자에 대하여 작업시간 중에 적정한 휴식시간을 주어야 한다."고 권고하고 있다(노동부, 2004). 그러나 이는 정확한 연속작업시간 및 휴식시간을 권고하지 않았으며, 현재 우리나라에서는 짧은 연속작업시간 및 휴식시간에 관한 실험연구가 전무한 실정이다. 따라서 우리나라에서도 VDT 작업시 짧은 연속작업시간 및 휴식시간에 관한 실험연구의 필요성이 강조된다.

GUI(Graphical User Interface)의 보급과 함께 컴퓨터 작업에서 사용하는 장치는 키보드뿐만 아니라 마우스나 트랙볼과 같은 pointing device가 대세를 이루고 있다(Fogelman & Brogmus, 1995). 특히 그래픽 프로그램으로 작업하는 경우에는 마우스의 이용시간 비율이 최대 65~70%까지 나타났고(Keir et al., 1999), 마우스는 VDT 사용자 중 사용자의 비율과 1일 사용 시간이 컴퓨터 입력장치 중에서 가장 높은 것으로 나타났다(Jensen, 2002).

컴퓨터 작업시 마우스 클릭수에 관한 선행연구 결과를 살펴보면, Niche Software Ltd.(2004)는 Microsoft Outlook, Microsoft Excel, Microsoft Internet Explorer 등을 사용하는 1140명의 사무작업자를 대상으로 한 연구보고서에서 하루 동안 평균 분당 19.17회의 마우스 클릭을 한다고 보고하였으며, Engineerlive(2007)는 3D CAD 작업에서 평균 34회/분의 마우스 클릭수를 보고하였다.

컴퓨터 마우스 사용의 증대와 관련하여 반복적이고 지속적인 손목의 압박 및 굽힘 자세로 인하여 손가락의 저림 및 감각 저하를 가져오는 수근관증후군(CTS, Carpal Tunnel Syndrome)은 VDT 작업시 발생하는 대표적인 근골격계질환이라 할 수 있다. 특히 Farris et al.(1998)은 잦은 빈도의 컴퓨터 마우스 사용은 누적외상성질환의 발생위험률을 증가시킨다고 보고하였으며, 컴퓨터 마우스 사용이 상지에 유발되는 근골격계질환과 관련이 있다는 다수의 선행연구 결과가 보고되었다(Cooper & Straker, 1998). 따라서 컴퓨터 마우스의 잦은 사용에 따른 마우스 클릭수의 증가는 컴퓨터 작업시 근골격계질환을 야기하는 주요 요인이 될 수 있다고 판단된다.

이에 본 연구는 컴퓨터 마우스 클릭 작업을 하는 동안 근전도 측정을 통하여 짧은 휴식시간 및 마우스 클릭수가 컴퓨터 작업시 작업자의 근육 부하 정도에 어떠한 영향을 미치는가를 파악하고자 한다. 특히 본 논문에서는 근전도 평가를 중심으로 각 측정 근육별로 그 영향을 파악하고 어떠한 차이를 보이는지, 통계적으로 유의한 차이가 존재하는지를 분석하고, VDT 작업시 특정 근육별로 작업자의 근육 부하 정도를 최소화할 수 있는 최선의 짧은 휴식시간 및 마우스 클릭수를 제시하고자 한다.

2. 실 험

2.1 피실험자

피실험자는 과거 병력 상 목, 어깨 및 상지의 관절운동범

위에 제한이 없으며, 피로, 통증, 지각이상 등의 근골격계장애가 없는 6명의 20대 남자 대학생 및 대학원생(24.71±1.11세)을 대상으로 하였다. 성별에 따른 차이를 없애기 위하여 전원 남성으로 선정하였다. 또한, 전원 오른손잡이를 선정하였다. 피실험자들에게는 실험의 내용, 방법 및 절차 등에 관하여 충분히 설명하였고, 실험기간 동안 목, 어깨 및 상지 주위 근육의 근전도 신호에 영향을 줄 수 있는 무리한 운동을 하지 않도록 교육을 실시하여 개인별 편차를 줄이고 실험의 정확성을 높였다.

2.2 실험기기 및 실험대상 부위

본 연구에서는 컴퓨터 마우스 클릭 작업시 피실험자의 주관적 불편도 평가와 EMG 측정을 실시하였다. 주관적 불편도 평가는 컴퓨터 마우스 작업시 주로 사용되는 눈, 목, 어깨, 상완, 전완, 손목 및 허리 부위에 대하여 Borg's CR-10 Scale을 이용하였다(Borg, 1990). EMG는 표면근전도(Surface EMG) 측정을 실시하였으며, 실험기기로는 Mega Electronics Ltd.(KUOPIO, Finland)의 Biomonitor ME6000-T8을 사용하였고, EMG 신호의 분석을 위하여 Mega Win(Ver. 2.3.1) Software를 사용하였다. EMG 측정대상 근육은 컴퓨터 마우스 클릭 작업시 주로 사용하는 상위 승모근(UT, Upper Trapezius muscle), 전방 삼각근(AD, Anterior Deltoid muscle), 지신근(ED, Extensor Digitorum muscle) 및 척측수근신근(ECU, Extensor Carpi Ulnaris muscle)을 선정하였다(Gustafsson & Hagberg, 2003; Cook et al., 2004). 본 실험에서 선정한 EMG 측정대상 근육의 Electrode 부착 위치는 다음 그림 1과 같다.

그림 1. EMG 측정대상 근육의 Electrode 부착 위치

2.3 실험변수의 설계

본 연구에서 독립변수는 컴퓨터 작업시 짧은 휴식시간과 마우스 클릭수로 선정하였다. 휴식시간은 10분간의 연속작업 후 7초, 15초 그리고 30초의 3가지 수준으로 구분하였고, 마우스 클릭수는 10회/분, 20회/분 그리고 30회/분의 3가지 수준으로 구분하였다. 종속변수는 피실험자의 눈, 목, 어깨, 상완(Upper Arm), 전완(Forearm), 손목 및 허리의 주관적 불편도의 천이값과 상위 승모근(UT), 전방 삼각근(AD), 지신근(ED) 및 척측수근신근(ECU)의 RMS EMG data를 구하여 %MVC값으로 정규화하여 그 천이값을 이용하였다. 본 연구에서 선정한 독립변수와 종속변수는 다음 표 1과 같다.

표 1. 독립변수 및 종속변수

구분	내용
독립변수	• 짧은 휴식시간(10분 연속작업 후) – 7초, 15초, 30초
	• 마우스 클릭수 – 10회/분, 20회/분, 30회/분
종속변수	• 주관적 불편도의 천이(Shift)값
	• %MVC 천이(Shift)값

실험결과에 영향을 줄 수 있는 작업 자세 및 작업 환경 등은 노동부(2004)에서 발표한 『영상표시단말기(VDT) 취급근로자 작업관리지침』에 의하여 철저히 통제하여 주어진 독립변수 이외의 인자가 실험 결과에 미치는 영향을 최소화하였다.

2.4 실험방법

본 연구에서는 모든 피실험자에게 동일한 작업조건에서 동일한 내용의 작업을 실시하도록 하기 위하여 Microsoft Visual Basic 6.0을 사용하여 별도의 컴퓨터 마우스 클릭 프로그램을 제작하였다. 다음 그림 2와 같이 컴퓨터 모니터 화면상의 임의의 위치에 점이 나타나게 되고 이 점을 마우스로 클릭하면 또 다시 다른 임의의 위치에 점이 나타나게 된다. 점이 나타나는 시간 간격은 독립변수인 마우스 클릭수 10회/분, 20회/분, 그리고 30회/분에 맞추어 6초, 3초, 그리고 2초의 간격으로 설정하였다. 또한, 이 프로그램은 10분의 연속작업마다 7초, 15초, 그리고 30초의 짧은 중간 휴식시간을 제공하여 해당 중간 휴식시간에는 휴식시간을 알리는 화면이 나타나며 작업을 할 수 없도록 조절하였다.

위와 같은 컴퓨터 마우스 클릭 프로그램을 이용하여 총 1개의 실험조건 당 총 50분간의 마우스 클릭 작업을 수행하였다. 이 때 작업전과 후에 각 피실험자들에게 Borg's CR-10 Scale을 이용하여 주관적 불편도 평가를 하도록 하였고, 실험전과 후의 차이 즉, 천이(Shift)값을 분석에 이용하였다.

EMG 측정은 각 실험조건에 대하여 작업전과 후에 각각

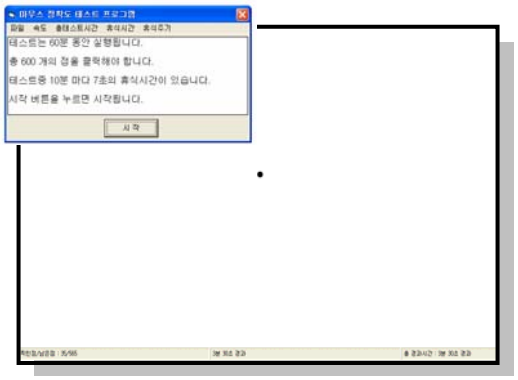

그림 2. 실험연구에 사용된 컴퓨터 마우스 클릭 프로그램

15초씩 2회 RMS값을 구하였고, 각 피실험자별로 MVC (Maximum Voluntary Contraction)를 측정하여 RMS값에 따른 %MVC 값으로 정규화하여 그 평균값을 분석에 이용하였다.

MVC의 측정은 상위 승모근(UT)의 경우 2kg의 추를 팔꿈치를 편 채 외전 90°의 각도로 수직으로 들어올려 15초씩 2회 측정하였고, 전방 삼각근(AD)의 경우 상위 승모근과 같은 무게의 추를 팔꿈치를 편 채 굴곡(Flexion) 90°의 각도로 손목을 최대로 외전(Abduction)시킨 자세로 15초씩 2회 측정하였다(Cook et al., 2004). 그리고 지신근(ED)과 척측수근신근(ECU)의 경우 각각 손의 아래에서 위쪽으로, 손의 왼쪽에서 오른쪽 바깥으로 5초간 2회씩 힘을 주어 static 상태에서의 MVC값을 구하였다(Gustafsson & Hagberg, 2003). 각 실험조건에 대하여 각 피실험자들의 RMS값을 %MVC값으로 정규화한 후, 그 천이(Shift)값을 분석에 이용하였다.

3. 실험 결과 및 분석

EMG 측정 결과의 분석에는 각 실험조건에 대하여 6명의 피실험자들에 대한 %MVC 천이값의 평균치를 이용하였다. 자료의 통계처리 및 분석에는 상용 통계 프로그램인 SPSS 12.0 for Windows를 사용하였다.

3.1 상위 승모근 %MVC 천이값의 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 상위 승모근의 %MVC 천이값의 분산분석 결과는 다음 표 2와 같다. 휴식시간은 유의한 것으로 나타났고(p<0.05), 마우스 클릭수는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 휴식시간에 따른 상위 승모근의 %MVC 천이값은 유의한 차이가 있다고 판단되며(p<0.05), 마우스 클릭수에 따른 상위 승모근의 %MVC 천이값은 유의한 차이가 없는 것으로 판단된다.

표 2. 상위 승모근 %MVC 천이값의 분산분석 결과

Source	SS	DF	MS	F	p-value
휴식시간	11.158	2	5.579	7.150	0.048**
마우스 클릭수	5.821	2	2.911	3.730	0.122
Error	3.120	4	0.780		
Total	20.099	8			

3.2 전방 삼각근 %MVC 천이값의 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 전방 삼각근의 %MVC 천이값의 분산분석 결과는 다음 표 3과 같다. 휴식시간과 마우스 클릭수 모두 유의하지 않은 것으로 나타났다(p< 0.05). 따라서 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 전방 삼각근의 %MVC 천이값은 유의한 차이가 없다고 판단된다.

표 3. 전방 삼각근 %MVC 천이값의 분산분석 결과

Source	SS	DF	MS	F	p-value
휴식시간	2.012	2	1.006	1.030	0.435
마우스 클릭수	4.085	2	2.042	2.100	0.239
Error	3.899	4	0.975		
Total	9.996	8			

3.3 지신근 %MVC 천이값의 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 지신근의 %MVC 천이값의 분산분석 결과는 다음 표 4와 같다. 휴식시간은 유의하지 않으며, 마우스 클릭수는 유의한 것으로 나타났다(p< 0.05). 따라서 휴식시간에 따른 지신근의 %MVC 천이값은 유의한 차이가 없으며, 마우스 클릭수에 따른 지신근의 %MVC 천이값은 유의한 차이가 있다고 판단된다.

표 4. 지신근 %MVC 천이값의 분산분석 결과

Source	SS	DF	MS	F	p-value
휴식시간	1.069	2	0.535	0.630	0.580
마우스 클릭수	21.662	2	10.831	12.680	0.019**
Error	3.417	4	0.854		
Total	26.148	8			

3.4 척측수근신근 %MVC 천이값의 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 척측수근신근의 %MVC 천이값의 분산분석 결과는 다음 표 5와 같다. 휴식시간은 유의하지 않으며, 마우스 클릭수는 유의한 것으로 나타났다(p<0.05). 따라서 휴식시간에 따른 척측수근신근의 %MVC 천이값은 유의한 차이가 없으며, 마우스 클릭수에 따른 척측수근신근의 %MVC 천이값은 유의한 차이가 있다고 판단된다.

표 5. 척측수근신근 %MVC 천이값의 분산분석 결과

Source	SS	DF	MS	F	p-value
휴식시간	9.900	2	4.950	1.850	0.270
마우스 클릭수	47.182	2	23.591	8.800	0.034**
Error	10.724	4	2.681		
Total	67.806	8			

3.5 근육별 %MVC 천이값의 분산분석 결과 및 분석

짧은 휴식시간 및 마우스 클릭수에 따른 측정 근육별 %MVC 천이값의 분산분석 결과를 표 6에 나타내었다.

표 6. 측정 근육별 %MVC 천이값의 분산분석 결과

측정 근육	휴식시간	마우스 클릭수
상위 승모근(UT)	■	
전방 삼각근(AD)		
지신근(ED)		■
척측수근신근(ECU)		■

□ : 유의하지 않음, ■ : p<0.05에서 유의함

본 연구에서는 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 각 측정 근육에서 %MVC 천이값의 유의한 차이가 발견되지 않을 경우, 생산성 증가의 측면을 동시에 고려하여 휴식시간은 가장 짧은 것을, 마우스 클릭수는 가장 많은 것을 최선의 작업조건으로 판단하였다. 또한, 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 각 측정 근육에서 %MVC 천이값의 유의한 차이가 존재할 경우에는 각각의 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 각 측정 근육별 %MVC 천이값이 가장 적은 조건을 최선의 작업조건으로 판단하였다.

측정 근육별 최선의 휴식시간 및 마우스 클릭수는 다음 표 7과 같다.

상위 승모근(UT)의 %MVC 천이값은 마우스 클릭수를 제외한 휴식시간에 따라 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 따라서 마우스 클릭수는 가장 많은 30회/분, 휴식시간은 %MVC 천이값이 가장 적은 매 10분마다 15초의 짧은 휴식시간을 가지는 것이 최선의 작업조건으로 판단된다.

표 7. 측정 근육별 최선의 휴식시간 및 마우스 클릭수

근육	휴식시간(10분마다)	마우스 클릭수
상위 승모근(UT)	15초	30회/분
전방 삼각근(AD)	07초	30회/분
지신근(ED)	07초	10회/분
척측수근신근(ECU)	07초	10회/분

전방 삼각근(AD)의 %MVC 천이값은 휴식시간과 마우스 클릭수 모두에 대하여 유의한 차이를 보이지 않았다(p< 0.05). 따라서 휴식시간은 가장 짧은 매 10분마다 7초의 짧은 휴식시간을 가지는 것이, 마우스 클릭수는 가장 많은 30회/분이 최선의 작업조건으로 판단된다.

지신근(ED) 및 척측수근신근(ECU)의 %MVC 천이값은 휴식시간을 제외한 마우스 클릭수에 따른 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 따라서 휴식시간은 가장 짧은 매 10분마다 7초의 짧은 휴식시간을 가지는 것이, 마우스 클릭수는 %MVC 천이값이 가장 적은 10회/분이 최선의 작업조건으로 판단된다.

휴식시간과 마우스 클릭수 모두에 대하여 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았던 전방 삼각근(AD)을 제외한 나머지 측정 근육별 전체 %MVC 천이값의 평균치를 살펴보면 표 8과 같이 지신근(ED) 3.3193, 척측수근신근(ECU) 3.1831, 그리고 상위 승모근(UT) 2.5991로 나타났다. 따라서 컴퓨터 작업시 휴식시간 및 마우스 클릭수에 따른 작업자의 근육 부하가 높은 근육은 지신근(ED), 척측수근신근(ECU), 그리고 상위 승모근(UT)의 순으로 판단된다.

표 8. 측정 근육별 %MVC 천이값의 평균

구분	UT	ED	ECU
%MVC 천이값의 평균	2.5991	3.3193	3.1831

4. 결론 및 검토

본 연구는 VDT 작업시 발생하는 근골격계질환(MSDs, Musculoskeletal Disorders)을 예방하기 위하여, 특히 컴퓨터 작업시 짧은 휴식시간 및 마우스 클릭수에 따른 주관적 불편도 평가를 통하여 각 신체부위별로 불편도를 최소화할 수 있는 최선의 작업조건을 제시하였다.

짧은 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 각 측정 근육

별 %MVC 천이값의 분석 결과를 종합해 볼 때 휴식시간은 상위 승모근(UT)에 영향을 미치는 것으로 나타났다($p<0.05$). 이는 상위 승모근이 위치하는 목의 주관적 불편도 결과($p<0.05$에서 유의함)와 비교할 때 휴식시간에 관한 결과와 일치한다. 또한, 마우스 클릭수는 지신근(ED)과 척측수근신근(ECU)에 영향을 미치는 것으로 나타났다($p<0.05$). 이는 지신근과 척측수근신근이 위치하는 전완의 주관적 불편도 결과($p<0.1$에서 유의함)와 비교할 때 통계적으로 유의한 정도에는 다소 차이가 있으나 마우스 클릭수에 관하여 동일한 결과를 얻었다. 또한, 이는 본 연구 결과의 신뢰성을 더욱 높일 수 있다고 판단된다.

본 연구의 결과는 VDT 작업시 짧은 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 근골격계질환의 예방에 기여함과 동시에 추후 VDT 작업시 짧은 휴식시간 및 마우스 클릭수에 관한 연구의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 본 연구는 기존의 선행연구 결과를 종합한 실험조건으로 각 신체부위별, 근육별로 더욱 더 구체적인 작업조건을 제시하는 데 의미가 있다.

참고 문헌

노동부, *영상표시단말기(VDT) 취급근로자 작업관리지침*, 고시 제 2004-50호, 2004.

노동부, *산업재해분석*, 2001-2006.

Balci, R. and Aghazadeh, F., The effect of work-rest schedules and type of task on the discomfort and performance of VDT users, *Ergonomics*, 46(5), 455-465, 2003.

Borg, G., Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 16(1), 55-58, 1990.

Bureau of Labor Statistics, *News United States Department of Labor 2000*, 2002.

Cook, C., Burgess-Limerick, R. and Papalia, S., The effect of upper extremity support on upper extremity posture and muscle activity during keyboard use, *Applied Ergonomics*, 35(3), 285-292, 2004.

Cooper, A. and Straker, L., Mouse versus keyboard use: A comparison of shoulder muscle load - Vol. 1. Work With Display Units '95, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(4), 351-357, 1998.

Engineerlive, *Implementing speech recognition technology can dramatically improve productivity for CAD operators and other computer users*, www.engineerlive.com, 2007.

Fagarasanu, M. and Kumar, S., Carpal tunnel syndrome due to keyboarding and mouse tasks: a review, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31(2), 119-136, 2003.

Farris, B. A., Landwehr, H. R., Fernandez, J. E. and Agarwal, R. K., Physiological evaluation of mouse pad placement, *Advance in Occupational Ergonomics and Safety*, IOS Press, 1998.

Fogelman, M. and Brogmus, G., Computer mouse use and cumulative trauma disorders of the upper extremities, *Ergonomics*, 38(12), 2465-2475, 1995.

Gustafsson, E. and Hagberg, M., Computer mouse use in two different hand positions: exposure, comfort, exertion and productivity, *Applied Ergonomics*, 34(2), 107-113, 2003.

Henning, R. A., Callaghan, E. A., Ortega, A. M., Kissel, G. V., Guttman, J. I. and Braun, H. A., Continuous feedback to promote self-management of rest breaks during computer use, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(1), 71-82, 1996.

Jensen, C., Finsen, L., Sogaard, K. and Christensen, H., Musculoskeletal symptoms and duration of computer and mouse use, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30(4), 265-275, 2002.

Keir, P. J., Bach, J. M. and Rempel, D., Effects of computer mouse design and task on carpal tunnel pressure, *Ergonomics*, 42(10), 1350-1360, 1999.

Kong-King Shieh. and Ming-Te Chen., Effects of screen color combination, work-break schedule, and workpace on VDT viewing distance, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20(1), 11-18, 1997.

Konz S., Work/rest: part I - Guidelines for the practitioner, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(1), 67-71, 1998.

Konz S., Work/rest: part II - The scientific basis (knowledge base) for the guide, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(1), 73-99, 1998.

Misawa, T., Yosino, K. and Shigeta, S., An experimental study on the duration of a single spell of work on VDT(visual display terminal) performance, Sangyō igaku, *Japanese Journal of Industrial Health*, 26(4), 296-302, 1984.

Niche Software Ltd., *An Overview of the Research on RSI and the effectiveness of Breaks*, Research on RSI prevention, Breaks and Micropauses, http://www.workpace.com.

Niche Software Ltd., *WorkPace Computer Use Analysis Report*, 7, 2004.

Pheasante, S., *Ergonomics, Work and Health*, 245, 1991.

Sauter, S. L. and Swanson, N. G., The effects of frequent rest breaks on performance and well-being in repetitive computer work, *Work with Display Units '92*, Technische Universitat Berlin, D-52, 1992.

Swanson, N. G. and Sauter, S. L., The effects of exercise on the health and performance of data entry operators, *Work with Display Units '92 (Elsevier, Amsterdam)*, 288-291, 1993.

World Health Organization(WHO), *Visual Display Terminal and Worker's Health, Geneva*, 85-158, 1987.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 김 유 창 ❖ yckim@deu.ac.kr

한국과학기술원 산업공학과 박사

현 재: 동의대학교 산업경영공학과 교수

관심분야: 산업안전보건, 근골격계질환, 제조물책임

❖ 이 준 팔 ❖ leejunpal@gmail.com
동의대학교 산업경영공학과 석사
현 재: 동의대학교 산업경영공학과
관심분야: 산업안전보건, 근골격계질환, VDT

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2007년 11월 05일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2007년 11월 23일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2007년 11월 24일