

VDT 작업시 짧은 휴식시간과 마우스 클릭이 주관적 불편도에 미치는 영향에 관한 연구

김유창[†] · 이준팔

동의대학교 산업경영공학과

(2007. 10. 12. 접수 / 2008. 3. 25. 채택)

The Effects of Short Break Time and Mouse Clicks on the VDT Work by using Subjective Discomfort

Yu-Chang Kim[†] · Jun-Pal Lee

Department of Industrial Management Engineering, Dong-Eui University

(Received October 12, 2007 / Accepted March 25, 2008)

Abstract : This paper suggests the best work conditions, including short break time and number of mouse clicks on a computer, to prevent MSDs(Musculoskeletal Disorders) on VDT(Visual Display Terminal) work. Discomfort measures are calculated according to the Borg's CR-10 Scale. The short break time conditions are grouped into 7, 15, and 30 seconds after every 10-minute work period and the number of mouse clicks are divided into 10 clicks/min, 20clicks/min, and 30clicks/min. The result of the ANOVA on the shift value of subjective discomfort shows the following: 1) Regarding the break time and the number of mouse clicks, there are statistical differences between the measured values for the neck and the wrist($p<0.05$). 2) Regarding the number of mouse clicks, there are statistical differences between the measured values for the shoulder and the forearm($p<0.1$). 3) Regarding the break time and the number of mouse clicks, there are no statistical differences between the measures values for the eyes, upper arms and back($p<0.1$).

Key Words : VDT, MSDs, short break time, the number of mouse clicks, subjective discomfort

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, Musculo-skeletal Disorders), 시각계장애, 두통, 스트레스장애, 피부장애 및 생식기장애 등과 같은 VDT 증후군(Visual Display Terminal Syndrome)이 사회적인 문제로 부각되었다¹⁾. 특히 VDT 작업은 정적인 작업자세와 팔, 손가락 등의 지속적인 반복적인 사용으로 인하여 신체의 연골 조직에 만성적인 질병을 야기하는 누적외상성질환(CTDs, Cumulative Trauma Disorders)의 유발

요인이 된다. 이러한 누적외상성질환은 컴퓨터 및 정보화시대의 새로운 산업재해로서 오늘날 가장 빈번하게 발생하는 직업병 중의 하나가 되었다.

VDT 증후군의 유발 요인은 성, 연령, 근속년수, 1일 근무시간과 1회 연속작업시간, 모니터화면의 높낮이, 그리고 심리적 요인들과 연관 된다¹⁾. 특히, Konz(1998)는 1회 연속작업시간의 증가는 작업자의 피로를 급격히 증가시킨다고 보고하였으며^{5,6)}, Misawa 등(1984)은 작업강도와 관련된 변인들 중 VDT 증후군의 정도에 유의하게 영향을 미칠 수 있는 인자로서 1회 연속작업시간을 지적하였다⁷⁾. 또한, NIOSH는 휴식시간과 관련하여 지속적인 컴퓨터 작업에서 규칙적인 짧은 휴식은 작업자의 생산성과 건강에 효과적이라고 제안하였다^{8,9)}.

VDT 작업시 짧은 휴식시간에 관한 외국의 선행 연구들을 살펴보면, Balci와 Aghazadeh(2003)는 60분 작업 후 10분 휴식과 30분 작업 후 5분 휴식보다 60분간의 작업동안 매 15분마다 micro 휴식은 작업의

[†] To whom correspondence should be addressed.
yckim@deu.ac.kr

속도(speed)와 정확성(accuracy)을 향상시키고 작업자의 어깨 불편도를 감소시킬 수 있다고 보고하였으며¹⁰⁾, Kong-King Shieh와 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 제안하였다¹¹⁾. Henning 등(1996)은 한 시간의 컴퓨터 작업동안 10분마다 30초 동안의 짧은 휴식시간을 가지면 업무 방해와 허리의 불편함을 감소시킬 수 있다고 보고하였으며¹²⁾, Pheasante(1991)는 매 10분마다 15초 휴식을 취하는 것이 1일 작업시간동안 작업자의 피로를 50%까지 감소시킬 수 있다고 보고하였다¹³⁾. 또한, Niche Software Ltd.는 VDT 작업시 5~10분마다 5~10초의 micro-break를 제시하였다¹⁴⁾.

이상의 선행연구결과에서 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 적절한 휴식시간을 주어야 한다고 권고하고 있다¹⁵⁾. 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 있다¹⁶⁾. 특히 그래픽 프로그램으로 작업하는 경우에는 마우스의 이용시간 비율이 최대 65~70%까지 나타났고¹⁷⁾, 마우스는 VDT 사용자 중 사용자의 비율과 1일 사용 시간이 컴퓨터 입력장치 중에서 가장 높은 것으로 나타났다¹⁸⁾.

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

우스 클릭수를 보고하였다.

이러한 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 보고하였으며¹⁹⁾, 컴퓨터 마우스 사용이 상지에 유발되는 근골격계질환과 관련이 있다는 다수의 선행연구 결과가 보고되었다^{20,21)}. 따라서 컴퓨터 마우스의 잦은 사용에 따른 마우스 클릭수의 증가는 컴퓨터 작업시 근골격계질환을 야기하는 주요 요인이 될 수 있다고 판단된다.

이에 본 연구에서는 컴퓨터 마우스 클릭 실험을 통하여 짧은 휴식시간 및 마우스 클릭수가 컴퓨터 작업시 작업자의 주관적 불편도에 어떠한 영향을 미치는가를 파악하고자 한다. 각 신체부위별로 그 영향을 파악하고 어떠한 차이를 보이는지, 통계적으로 유의한 차이가 존재하는지를 분석하고자 한다. 그리고 VDT 작업시 신체부위별로 작업자의 불편도를 최소화할 수 있는 최선의 짧은 휴식시간 및 마우스 클릭수를 제시하고자 한다.

2. 실험

2.1. 피실험자

피실험자는 과거 병력 상 목, 어깨 및 상지의 관절운동범위에 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. 주관적 불편도 평가 및 신체부위

본 연구에서는 피실험자의 주관적 불편도 평가는 Borg's CR-10 Scale을 사용하였다²²⁾. 주관적 불편도 평가는 컴퓨터 마우스 작업시 주로 사용되는 눈, 목, 어깨, 상완, 전완, 손목 및 허리 부위에 대하여 실시하였다.

Table 1. Independent and Dependent Variables

Variable	Substance
Independent variable	· Short break time(after every 10min) - 7, 15, 30sec
	· The number of mouse clicks - 10, 20, 30clicks/min
Dependent variable	· The shift value of subjective discomfort

2.3. 실험변수의 설계

본 연구에서 독립변수는 컴퓨터 작업시 짧은 휴식시간과 마우스 클릭수로 선정하였다. 휴식시간은 10분간의 연속작업후 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 천이값으로 선정하였다. 본 연구에서 선정한 독립변수와 종속변수는 다음 Table 1과 같다.

실험결과에 영향을 줄 수 있는 작업 자세 및 작업 환경 등은 '영상표시단말기(VDT) 취급근로자 작업관리지침'⁴⁾에 의하여 철저히 통제하여 주어진 독립변수 이외의 인자가 실험 결과에 미치는 영향을 최소화 하였다.

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 Fig. 1과 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.

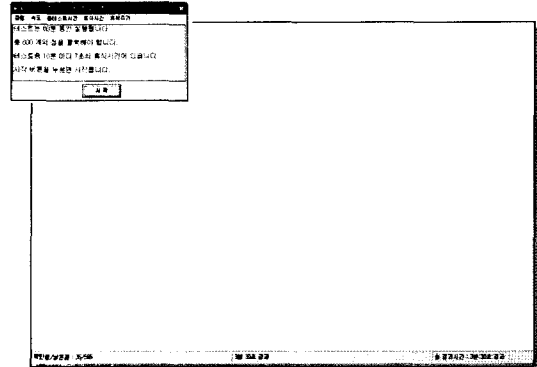


Fig. 1. A program for computer mouse click work.

3. 실험결과 및 분석

주관적 불편도 평가 결과의 분석에는 각 실험조건에 대하여 6명의 피실험들에 대한 평균값을 이용하였다. 이에 앞서 각 피실험자별로 측정된 주관적 불편도 값들은 식 (1)과 같이 Max-Min Transformation을 사용하여 0~100 사이의 척도로 표준화하여 분석에 이용하였다. 이는 각 피실험자 간의 불편도 평가기준이 다르며 피실험자마다 변동이 크므로 이를 보정하기 위한 것이다.

$$\text{표준 불편도} = \frac{(\text{평가치} - \text{최소치})}{(\text{최대치} - \text{최소치})} \times 100 \quad (1)$$

최소치 : 각 피실험자의 주관적 불편도의 최소값
 최대치 : 각 피실험자의 주관적 불편도의 최대값
 자료의 통계처리 및 분석은 상용 통계 프로그램인 SPSS 12.0 for Windows를 사용하였다.

눈의 주관적 불편도 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 눈에 대한 주관적 불편도의 분산분석 결과는 Table 2와 같다. 눈에 대한 주관적 불편도의 분산분석 결과 휴식시간과 마우스 클릭수 모두 유의하지 않은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 따라서 휴식시간과 마우스 클릭수에

Table 2. The result of ANOVA for the subjective discomfort of the eyes

Source	SS	DF	MS	F	p-value
Short break time	265.232	2	132.616	3.082	0.155
The number of mouse clicks	274.525	2	137.263	3.190	0.148
Error	172.098	4	43.024		
Total	711.855	8			

다른 눈의 주관적 불편도는 유의한 차이가 없다고 판단된다.

목의 주관적 불편도 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 목의 주관적 불편도의 분산분석 결과는 Table 3과 같다. 목에 대한 주관적 불편도의 분산분석 결과 휴식시간과 마우스 클릭수 모두 유의한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 따라서 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 목의 주관적 불편도는 유의한 차이가 있다고 판단된다.

어깨의 주관적 불편도 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 어깨의 주관적 불편도의 분산분석 결과는 Table 4와 같다. 어깨에 대한 주관적 불편도의 분산분석 결과 휴식시간에 대해서는 유의하지 않으며, 마우스 클릭수에 대해서는 유의한 것으로 나타났다($p < 0.1$). 따라서 마우스 클릭수에 따른 어깨의 주관적 불편도는 유의한 차이가 있다고 판단된다.

상완의 주관적 불편도 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 상완의 주관적 불편도의 분산분석 결과는 Table 5와 같다. 상완에

대한 주관적 불편도의 분산분석 결과 휴식시간과 마우스 클릭수 모두에 대하여 유의하지 않은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 따라서 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 상완의 주관적 불편도는 유의한 차이가 없다고 판단된다.

전완(Forearm)의 주관적 불편도 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 전완의 주관적 불편도의 분산분석 결과는 Table 6과 같다. 전완에 대한 주관적 불편도의 분산분석 결과 휴식시간에 대해서는 유의하지 않으며, 마우스 클릭수에 대해서는 유의한 것으로 나타났다($p < 0.1$). 따라서 마우스 클릭수에 따른 전완의 주관적 불편도는 유의한 차이가 있다고 판단된다.

손목의 주관적 불편도 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 손목의 주관적 불편도의 분산분석 결과는 Table 7과 같다. 손목에 대한 주관적 불편도의 분산분석 결과 휴식시간과 마우스 클릭수 모두에 대하여 유의한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 따라서 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 손목의 주관적 불편도는 유의한 차이가 있다고 판단된다.

허리의 주관적 불편도 분산분석 결과

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 허리의 주관적 불편도의 분산분석 결과는 Table 8과 같다. 허리에 대한 주관적 불편도의 분산분석 결과 휴식시간과 마우스 클릭수 모두 유의하지 않은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 따라서 휴식시간과 마우스 클릭수에

Table 3. The result of ANOVA for the subjective discomfort of the neck

Source	SS	DF	MS	F	p-value
Short break time	258.334	2	129.167	6.986	0.050**
The number of mouse clicks	624.170	2	312.085	16.879	0.011**
Error	73.960	4	18.490		
Total	956.464	8			

Table 4. The result of ANOVA for the subjective discomfort of the shoulder

Source	SS	DF	MS	F	p-value
Short break time	43.199	2	21.599	0.416	0.685
The number of mouse clicks	496.156	2	248.078	4.774	0.087*
Error	207.865	4	51.966		
Total	747.220	8			

Table 5. The result of ANOVA for the subjective discomfort of the upper arm

Source	SS	DF	MS	F	p-value
Short break time	5.937	2	2.969	0.222	0.810
The number of mouse clicks	31.479	2	15.740	1.176	0.397
Error	53.531	4	13.383		
Total	90.947	8			

Table 6. The result of ANOVA for the subjective discomfort of the forearm

Source	SS	DF	MS	F	p-value
Short break time	128.360	2	64.180	2.840	0.171
The number of mouse clicks	205.666	2	102.833	4.551	0.093*
Error	90.382	4	22.596		
Total	424.408	8			

Table 7. The result of ANOVA for the subjective discomfort of the wrist

Source	SS	DF	MS	F	p-value
Short break time	119.761	2	59.880	12.111	0.020**
The number of mouse clicks	73.336	2	36.668	7.416	0.045**
Error	19.778	4	4.944		
Total	212.875	8			

Table 8. The result of ANOVA for the subjective discomfort of the back

Source	SS	DF	MS	F	p-value
Short break time	54.040	2	27.020	1.211	0.388
The number of mouse clicks	87.600	2	43.800	1.963	0.255
Error	89.259	4	22.315		
Total	230.899	8			

따른 허리의 주관적 불편도는 유의한 차이가 없다고 판단된다.

신체부위별 주관적 불편도 결과 및 분석

짧은 휴식시간 및 마우스 클릭수에 따른 신체부위별 주관적 불편도 분산분석 결과를 Table 9에 나타내었다.

독립변수로 선정된 10분간의 작업마다 7초, 15초 그리고 30초의 짧은 휴식시간은 VDT 작업시 짧은 휴식시간에 관한 몇몇 선행연구 결과에서 최선의 휴식시간으로 제시된 조건들이며¹²⁻¹⁴⁾, 마우스 클릭수 또한 Engineerlive(2007), Niche Software Ltd. (2004) 그리고 Pro/ENGINEER Wildfire(2003)의 선행연구 결과를 근거로 한 것이다²³⁻²⁵⁾.

본 연구에서는 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 각 신체부위에서 주관적 불편도의 유의한 차이가 발견되지 않는다면, 생산성 증가의 측면을 동시에 고려하여 휴식시간은 가장 짧은 것을, 마우스 클릭수는 가장 많은 것을 최선의 작업조건으로 판단하였다. 또한, 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 각 신체부위에서 주관적 불편도의 유의한 차이가 존재할 경우에는 각각의 휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 각 신체부위별 주관적 불편도의 천이값이 가장 적은 조건을 최선의 작업조건으로 판단하였다.

신체부위별 최선의 휴식시간 및 마우스 클릭수는 다음 Table 10과 같다.

Table 9. The result of ANOVA for the subjective discomfort of the different body parts

Body parts	Short break time	The number of mouse clicks
Eyes		
Neck		
Shoulder		
Upper arm		
Forearm		
Wrist		
Back		

□ : It's not statistically significant.
 ■ : It's statistically significant at the 0.1 level.
 ■ : It's statistically significant at the 0.05 level.

Table 10. The best conditions of short break time and the number of mouse clicks for the different body parts

Body parts	Short break time	The number of mouse clicks
Eyes	07 sec	30 clicks/min
Neck	30 sec	10 clicks/min
Shoulder	07 sec	10 clicks/min
Upper arm	07 sec	30 clicks/min
Forearm	07 sec	10 clicks/min
Wrist	30 sec	10 clicks/min
Back	07 sec	30 clicks/min

목과 손목의 주관적 불편도는 휴식시간과 마우스 클릭수 모두에 대하여 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 따라서 목과 손목의 불편도를 최소화할 수 있는 휴식시간과 마우스 클릭수는 주관적 불편도의 천이값이 가장 적은 10분 작업후 30초, 10회/분이 최선의 작업조건으로 판단된다.

어깨와 전완의 주관적 불편도는 휴식시간에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았으므로 가장 짧은 10분간의 작업마다 7초의 휴식시간이 최선의 작업조건으로 판단된다. 마우스 클릭수에 따라서는 유의한 차이를 보였으므로($p < 0.1$), 주관적 불편도의 천이값이 가장 적은 10회/분이 최선의 작업조건으로 판단된다.

눈, 상완(Upper Arm) 및 허리의 주관적 불편도는 휴식시간과 마우스 클릭수 모두에 대하여 유의하지 않았으므로, 휴식시간은 가장 짧은 10분마다 7초의 휴식시간이, 마우스 클릭수는 가장 많은 30회/분이 최선의 작업조건으로 판단된다.

4. 결론 및 고찰

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.

휴식시간과 마우스 클릭수에 따른 각 신체부위별 주관적 불편도의 분석 결과를 종합해 볼 때 휴식시간은 목과 손목의 불편도에 영향을 미치며($p < 0.05$), 마우스 클릭수는 목, 손목(이상 $p < 0.05$), 어깨 및 전완(이상 $p < 0.1$)에 대하여 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 휴식시간 및 마우스 클릭수에 따른 작업자의 주관적 불편도가 높은 신체부위는 눈, 전완, 목, 어깨, 손목, 허리 그리고 상완의 순으로 나

타났다.

선행연구에서 밝힌 것처럼 지금까지 발표된 논문들의 최적 짧은 휴식시간은 다양하게 발표되었다. 최적 짧은 휴식시간이 다른 이유 중 하나는 연구대상의 신체부위가 다르기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 본 논문은 여러 신체부위에 따른 최적 짧은 휴식시간과 마우스 클릭 수를 제시하였다. 그러나 대부분 VDT 작업은 여러 신체부위를 사용하기 때문에 본 논문의 결과를 적용하기가 어려운 점이 있으나 가장 큰 신체부위 불편도를 갖는 신체부위의 짧은 휴식시간과 마우스 클릭수를 이용할 수 있으며, 작업자가 불편한 신체부위의 짧은 휴식시간과 마우스 클릭수를 VDT 작업관리에 이용할 수도 있다고 판단된다.

이는 VDT 작업시 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 제시하는데 의미가 있다.

참고문헌

- 1) World Health Organization(WHO), "Visual Display Terminal and Worker's Health", Geneva, pp. 85 ~ 158, 1987.
- 2) 노동부, "산업재해분석", 2001~2006.
- 3) M. Fagarasanu, 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.
- 4) Bureau of Labor Statistics, News United States Department of Labor 2000, 2002.
- 5) S. Konz, "Work/rest: part I - Guidelines for the practitioner", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 22, No. 1, pp. 67~71, 1998.
- 6) S. Konz, "Work/rest: part II - The scientific basis (knowledge base) for the guide", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 22, No. 1, pp. 73 ~ 99, 1998.
- 7) T. Misawa, K. Yosino, S. Shigeta, "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, Vol. 26, No. 4, pp. 296~302, 1984.
- 8) S.L. Sauter, N.G. Swanson, "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.
- 9) N.G. Swanson, S.L. Sauter, "The effects of exercise on the health and performance of data entry operators", Work with Display Units '92(Elsevier, Amsterdam), pp. 288~291, 1993.
- 10) R. Balci, F. Aghazadeh, "The effect of work-rest schedules and type of task on the discomfort and performance of VDT users", Ergonomics, Vol. 46, No. 5, pp. 455~465, 2003.
- 11) Kong-King Shieh, Ming-Te Chen, "Effects of screen color combination, work-break schedule, and workplace on VDT viewing distance", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 20, No. 1, pp. 11 ~ 18, 1997.
- 12) R.A. Henning, E.A. Callaghan, A.M. Ortega, G.V. Kissel, J.I. Guttman, H.A. Braun, "Continuous feedback to promote self-management of rest breaks during computer use", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 18, No. 1, pp. 71~82, 1996.
- 13) S. Pheasante, "Ergonomics, Work and Health", pp. 245, 1991.
- 14) 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>.
- 15) 노동부, "영상표시단말기(VDT) 취급근로자 작업관리지침", 고시 제2004-50호, 2004.
- 16) M. Fogelman, G. Brogmus, "Computer mouse use and cumulative trauma disorders of the upper extremities", Ergonomics, Vol. 38, No. 12, pp. 2465 ~ 2475, 1995.
- 17) P.J. Keir, J.M. Bach, D. Rempel, "Effects of computer mouse design and task on carpal tunnel pressure", Ergonomics, Vol. 42, No. 10, pp. 1350 ~ 1360, 1999.
- 18) C. Jensen, I. Finsen, K. Sogaard, H. Christensen, "Musculoskeletal symptoms and duration of computer and mouse use", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 30, No. 4, pp. 265 ~ 275, 2002.
- 19) B.A. Farris, H.R. Landwehr, J.E. Fernandez, R.K. Agarwal, "Physiological evaluation of mouse pad placement", Advance in Occupational Ergonomics and Safety, IOS Press, 1998.

- 20) A. Cooper, L. Straker, "Mouse versus keyboard use: A comparison of shoulder muscle load - Vol. 1. Work With Display Units '95", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 22, No. 4, pp. 351~357, 1998.
- 21) L.K. Karlqvist, M. Hagberg, M. Koster, M. Wenemark, R. Anell, "Musculoskeletal Symptoms among Computer-assisted Design(CAD) Operators and Evaluation of a Self-assessment Questionnaire", *International Journal of Occupational and Environmental Health*, Vol. 2, No. 3, pp. 185~194, 1996.
- 22) G. Borg, "Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion", *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Vol. 16, No. 1, pp. 55~58, 1990.
- 23) Engineerlive, "Implementing speech recognition technology can dramatically improve productivity for CAD operators and other computer users", www.engineerlive.com, 2007.
- 24) Niche Software Ltd., "WorkPace Computer Use Analysis Report", pp. 7, 2004.
- 25) Pro/ENGINEER Wildfire, "Pro/ENGINEER Wildfire Productivity Gains", www.ptc.com, pp. 2, 2003.
- 26) Engineerlive, "Implementing speech recognition technology can dramatically improve productivity for CAD operators and other computer users", www.engineerlive.com, 2007.