

연구자료

센터96-7-23

VDT작업에서의 안정피로의 생리적 지표에 관한 연구

1996



한국산업안전공단
산업보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 연구결과를 1996년도 산업보건원의 연구사업중 "VDT작업에서의 안정피로의 생리적 지표에 관한 연구"에 대한 최종결과보고서로 제출합니다.

이 연구보고서에 수록된 내용은 연구자 개인의 의견
이며 본 연구원의 공식견해가 아님을 밝혀 드립니다.

1996년 12월 31일

제 출 자 : 산업안전보건연구원장 문 영 한

연구책임자 : 수석연구원 김 양 호

공동연구자 : 전 공 의 김 은 아

목 차

Abstract	1
1. 서 론	2
2. 방 법	4
3. 결 과	7
4. 토 론	11
5. 요 약	13
6. 참고 문헌	14

Experimental Study on Physiological Indices of Visual Fatigue due to VDT works

Yangho Kim, Euna Kim

Occupational Disease Diagnosis Center

Industrial Health Reserch Institute

Korea Industrial Safety Corporation

34-6, Kusan-Dong, Pupyong-Ku

Incheon 403-120, Korea

-Abstract-

We studied physiological factors of visual fatigue caused by VDT work in terms of lense accommodation and pupil light reflex in six women and compared them with those of other office works. The results were as follows.

1. In VDT work group, the accommodation contraction velocity decreased during the first 2-hr VDT task, then recovered markedly by the end of the one-hour lunch break, and then decreased again by the end of the 2nd 2-hr VDT task. Changes of near point distance and amplitude of accommodation showed similar pattern although it is less typical than that of contraction velocity.

2. There was no marked change in accommodation contraction velocity, near point distance and amplitude of accommodation in general office work group and near-distance office work group.

3. Initial pupil diameter, maximum pupil diameter and maximum pupil area of light reflex decreased significantly during VDT task only in VDT work group.

These results suggest that indices of lense accommodation is useful in evaluating characteristics of VDT work.

Key words : Accommodation velocity, Pupil light reflex, VDT works

Near point distance, amplitude of accommodation

I. 서론

사무작업의 자동화 추세에 따라 작업시간의 대부분을 VDT작업에 종사하는 작업자가 증가하고 있다. 특히 전화교환원, 통신판매 접수원, 데이터 입력원 등과 같이 온종일 VDT 작업을 하는 경우 경계완 장애, 시각장애 등을 호소하고 있다.

VDT작업의 건강장애는 전자기파에 의한 장애, 정신적 스트레스, 근골격계 장애와 안증상, 생식기능 장애 등과 관련되어 연구되어 왔다(Zenz, 1994). 이 중 안 증상은 가장 흔히 호소하는 자각증상으로 보고되고 있다. NIOSH의 보고에 따르면 VDT사용자들의 75%에서 간헐적인 안통, 시각 증상을 호소했다는 보고가 있으며, 이태리에서 시행된 대규모의 역학조사에서도 안 증상을 가장 많이 호소하였다(Rom, 1992).

VDT작업으로 인한 안 증상 중 가장 흔한 것이 안정 피로인데, 이것은 안통, 눈이 침침해지는 증상, 눈물이 나는 증상, 두통 등을 주 증상으로 하는 증후군이다.

우리나라에서도 1980년 초 이후 개인용 컴퓨터가 광범위하게 보급되었고 VDT의 업무상 사용이 광범위하게 증가되고 있어서 VDT작업에 의한 안증상 발생이 많을 것으로 생각된다.

VDT작업으로 인한 안정피로는 산업환경의 변화와 함께 늘어날 추세이지만, 현재까지 국내에서 시행된 VDT작업자의 건강장애에 대한 연구는 주로 근골격계 증상에 초점을 둔 단면적 연구가 대부분이다(박정일 등, 1989; 조경환 등, 1989, 1990; 김양옥과 박종, 1994).

안 증상과 관련해서, 은행원에서 VDT작업과 안 자각 증상을 조사한 보고(구정완 등, 1991)가 있으며, 조절반응에 관한 연구는 양안 근점거리의 분포형태를 본 연구(구정완 등, 1991)와 VDT작업시의 양안 근점거리의 변화를 본 실험적 연구(구정완과 이승한, 1994)가 있으나 조절속도, 조절력 등을 포함한 조절반응의 각 지표들과 안정피로의 관련을 본 연구는 아직 없다.

이 연구의 목적은 VDT작업으로 인한 안정피로를 객관적으로 평가하기 위한 생리적 지표를 개발하는 것으로, 이를 위하여 첫째, 조절반응의 각 지표(조절속도, 근점거리, 조절력 등)와 동공대광반사(반사속도, 동공크기 등)의 작업부과에 따른 변화를 관찰하고 둘째, VDT를 사용하지 않는 일반 사무작업, VDT를 사용하지 않는 근거리 사무 작

II. 방 법

대상은 6명의 여성 자원자로 구성되었으며, 조절기능이 연령에 따라 차이를 나타내므로 조절반응에 가장 민감한 20대 전반으로 제한되었다. 연구대상들의 시력은 0.6-1.5 사이에 분포하고 있으며, 고도근시, 시각 장애, 안 질환이 있는 경우 연구대상에 포함되지 않았다.

본 연구는 조절기능과 동공대광반사에 영향을 줄 수 있는 환경변수들을 조절하기 위하여 작업조건을 일정하게 유지한 상태에서 실시하였다.

본 연구에서의 검사는 피검사자의 숙련도에 따라 그 결과치가 변화할 수 있으므로, 6명의 자원자들에게 실험 시작 하루 전에 검사 방법을 연습시켰다.

이들에게는 3일 동안 하루에 한 가지씩 3가지의 작업을 하루에 4시간씩 부과하였다. 첫날에는 근거리 작업이 아닌 일반 사무업무를 부과하였고, 둘째 날에는 VDT 작업을, 셋째 날에는 VDT작업은 아니면서 근거리 사무작업을 부과하였으며, 하루 작업시간은 오전 2시간 점심휴식 1시간, 오후 2시간으로 하였다.

일반사무작업과 근거리 사무작업은 수평조도 250Lx인 실험실 작업대에서 부과되었으며 VDT작업은 화면 수직조도 180Lx인 컴퓨터 화면에서 시행되었다.

VDT 작업은 밝은 바탕에 검은 글씨로 표현되는(positive presentation) CRT화면에서 부과되었는데, 화면 휘도 비는 1:14이고 수평주사선이 550lx인 개인용 컴퓨터로 4시간 동안 계속해서 문서 편집작업을 시행하게 하였다.

근거리 사무작업은 글자크기가 8포인트, 줄 간격이 120인 설문지를 검토하여 설문에 대한 답을 검토한 후 집계표를 작성하게 하여, 일정한 작업부과 시간 동안 계속해서 근거리에 눈을 조절하도록 하였다.

비 근거리 일반사무 업무는 200장의 폐기능 검사지 두루말이를 개인별로 잘라 종이에 순서대로 붙이는 작업을 시간 제약 없이 자유롭게 하게 하여, 장시간 근거리에 눈을 조절하지 않도록 하였다.

3가지 작업부과 전 후에 참가자들은 실험 전 후에 느끼는 안 증상에 대하여 설문지를 작성했다. 설문지는 일본의 VDT작업자의 안 증상 조사표 이용하여 국내에서 구정완 등이 은행원 594명을 대상으로 시행한 VDT 작업에 따른 안 자각 증상에 관한 연구에

서 가장 높은 호소율을 보인 것으로 보고된 증상에 관한 질문이 포함되어있다.

안 조절력과 동공대광반사의 측정은 동일한 실험실에서 6회 시행했는데 1) 작업 시작 전 2)작업 시작 후 1시간 3) 작업 시작 후 2시간 4) 점심 식사 1시간 후 5) 오후 작업 수행 1시간 후 6) 오후작업수행 2시간 후에 각각 시행하며 참가자들은 점심 휴식시간 동안에는 독서 등 시각에 부담을 줄 수 있는 작업은 하지 않게 하였다.

조절반응은 Accommodometer(Model : Nidek Aa-2000)를 사용하여 오른쪽 눈에서만 측정하였다. 조절반응 측정시에 피실험자는 Accommodometer의 턱받이에 턱을 얹고 이마를 고정하여 눈의 위치를 일정하게 하였으며, 시표가 가까워지면 시표를 주시하고 있도록 지시받았다.

조절반응은 시표가 일정한 속도로 근거리와 원거리를 반복하여 이동하는 순간에 일어나는 동적인 반응을 측정하였는데 이 때 시표의 이동속도는 $0.2D/s$, 측정시간은 5초간이었다. 시표의 원거리는 Accommodometer의 refractometer mode에서 피검자의 안구 축장의 길이를 측정하여 이 길이에다 $0.5D$ 를 빼 준 거리로 설정하였으며, 시표 이동의 범위는 피검자의 연령에 대한 일본 일반인구의 조절력보다 작거나 같은 거리로 설정하였다.

매 측정시기마다 10회 측정하여 이 중 가장 적절하게(Valid Graph) 반응한 측정치 5개를 선택하였다. 잘 반응한 곡선(Valid Graph)의 기준은 렌즈 수축과 이완에 대한 곡선 기울기가 뚜렷하며 안정 시에 일정한 높이를 유지하는 곡선으로 두었다. Accommodometer를 이용한 조절곡선으로부터 조절시의 수축속도, 렌즈 이완속도, 조절크기, 근점거리, 원점거리를 계산하였다(그림 1).

동공대광반사는 Iriscorder(Model Hamatsu C2514)를 이용하여 매 측정시기마다 3회 측정하였는데, 광 자극은 오른쪽 눈에 주고 동공반응의 측정도 오른쪽 눈에서 시행하였다. 동공대광반사 측정치는 Iriscorder와 연결된 컴퓨터로 전달되어 최초동공직경, 최소동공직경, 동공수축비, 최초동공면적, Latency, 50% 반응시간, 100% 반응시간, 회복시간, 동공수축속도, 동공이완속도, 최대 수축 가속도로 계산되었다(그림2).

동공수축비는 최초동공직경과 최소동공직경의 차를 최초동공직경으로 나눈 값이며, 회복시간은 동공이 최소 상태로 수축한 뒤 이완을 시작하여 63%까지 회복된 시간이다.

조절 반응과 동공대광반사 측정치들은 PC에 입력하여 SAS V 6.11을 이용하여 분석하였다. 작업부와 시간에 따른 조절반응과 동공대광반사의 변화와 이 변화의 작업 종류간 차이를 보기 위하여 피 실험자들의 측정치들을 작업군별로 평균하여 평균치의 변화를 보았다. 작업부와 시간에 따라 통계학적으로 유의미한 변화가 있는지, 이 변화가 작업군 간에서 차이를 보이는지를 보기 위하여, 일반선형모델(Generalized Linear Model)을 이용한 반복측정 분산분석을 실시하였다. 또 작업시간별 측정치들이 각 구간 사이에 차이가 있는지를 검증하였다.

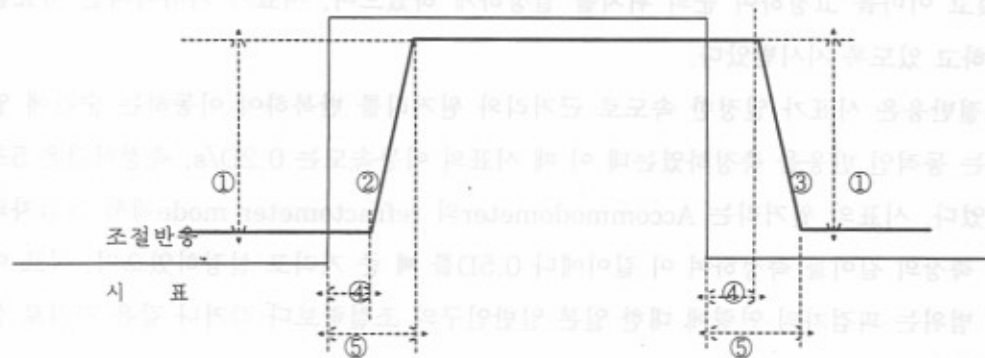


그림 1 Accommodometer step mode에서의 안조절 반응

① 조절력 ② 조절속도 ③ 이완속도 ④ 반응시작시간 ⑤ 총 반응시간

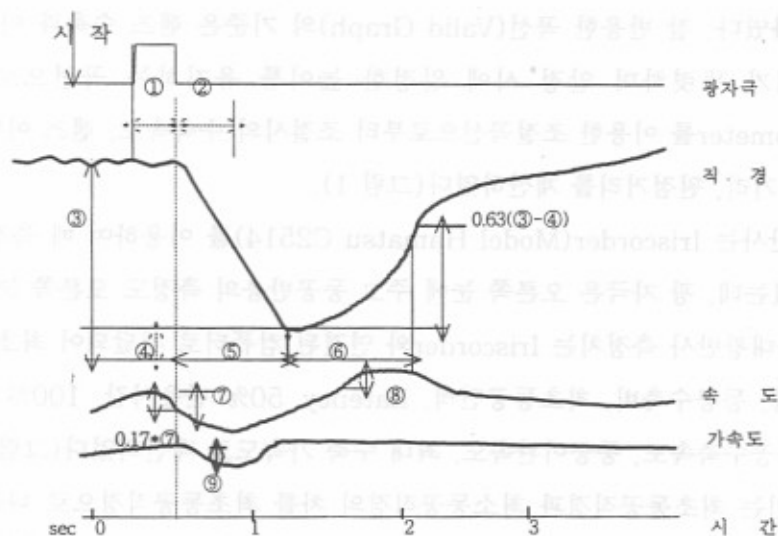


그림 2 Iriscoder에서의 동공반사

① 광자극 후 수축 시작 시간 ② 50% 수축시간 ③ 최초동공직경
④ 최소동공직경 ⑤ 100% 수축시간 ⑥ 63% 회복시간 ⑦ 최대수축속도
⑧ 최대이완속도 ⑨ 최대가속도

III. 결 과

1. 조절반응

작업종류에 따라 세 군을 나누어 작업시간에 따른 변화를 보기 위하여 피실험자 6명에서 5회 측정된 조절 수축속도, 이완속도, 조절크기, 근점거리, 원점거리를 작업 군별로 평균하였다(표1).

조절 수축속도는 VDT작업 군에서는 작업시간 증가에 따라 감소하였으며, 휴식 후에 회복하고 다시 작업을 부과함에 따라 감소하는 변화를 보였다. 이러한 작업시간에 따른 조절 수축속도의 감소는 통계학적으로 유의미한 변화($p<0.05$)를 보였으며 특히 작업 1시간 후와 작업 2시간 후의 속도는 뚜렷한 감소를 보였다. 일반 사무작업 군과 근거리 사무작업 군에서는 작업 부과에 따른 감소나 휴식에 의한 증가를 보이지 않았다(그림 3).

이완속도는 VDT작업 군에서는 작업부과에 따른 감소와 휴식 후 회복되는 경향을 보였으며, 특히 휴식 후 뚜렷하게 회복되었다($p<0.05$). 일반 사무작업 군에서는 작업부과에 따른 감소나 휴식에 의한 회복을 나타내지 않았고 오히려 작업부과에 따라 증가되는 경향을 보였다. 근거리 사무작업에서는 작업부과에 따른 감소는 통계학적으로 유의미하였으나($P<0.05$) 휴식에 의해 회복되지는 않았다.

근점거리는 VDT작업 군에서는 1시간 작업부과 후에는 작업전보다 가까워졌지만 2시간 작업 후에는 멀어졌으며, 휴식 후 회복되고 작업 재 부과에 따라 멀어지는 변화를 보였다. 일반사무작업과 근거리 사무작업에서의 변화는 불규칙하였다.

조절력은 VDT작업 군에서는 1시간 작업부과 후 조절력이 증가했고 2시간 작업 후에는 감소하다가 휴식 1시간 후에는 회복하였으며 다시 작업 부과에 따라 감소했다. 일반사무작업에서는 작업부과에 따른 감소는 뚜렷하지 않았으나 휴식에 따른 회복은 보였다. 근거리 사무작업에서는 지속적으로 증가하는 경향을 보였다.

원점거리는 3 군 모두에서 일정한 변화를 보이지 않았다.

		1	2	3	4	5	6
수축속도	A	4.65	5.34	4.51	5.27	5.15	4.86
Diopter/sec	*B	5.01	4.88	4.60	5.54	5.14	5.05
	C	4.44	4.69	4.91	4.94	5.03	4.52
조절력	A	5.04	5.14	5.11	5.43	5.27	5.28
Diopter	B	5.88	5.97	5.79	6.08	5.90	5.90
	C	5.06	5.21	5.26	5.43	5.59	5.48
이완속도	A	4.69	4.85	5.10	5.60	4.72	5.34
Diopter/sec	B	6.29	6.09	5.94	7.02	6.19	6.10
	*C	6.48	6.10	5.83	5.39	5.15	4.75
근점거리	A	-7.31	-7.35	-7.24	-7.48	-7.25	-7.29
Diopter	B	-7.20	-7.56	-7.34	-7.64	-7.27	-7.21
	C	-7.63	-7.58	-7.69	-7.95	-7.47	-7.77

표 1 조절반응 지표의 작업부과에 따른 평균

A : 일반사무작업 B : VDT 작업 C : 근거리 사무작업

1-작업시작 전, 2-작업시작 1시간 후, 3-작업시작 2시간 후

4-휴식 1시간, 5-작업 재개 1시간 후, 6-작업 재개 2시간 후.

* 작업부과 시간에 따른 차이 $P < 0.05$

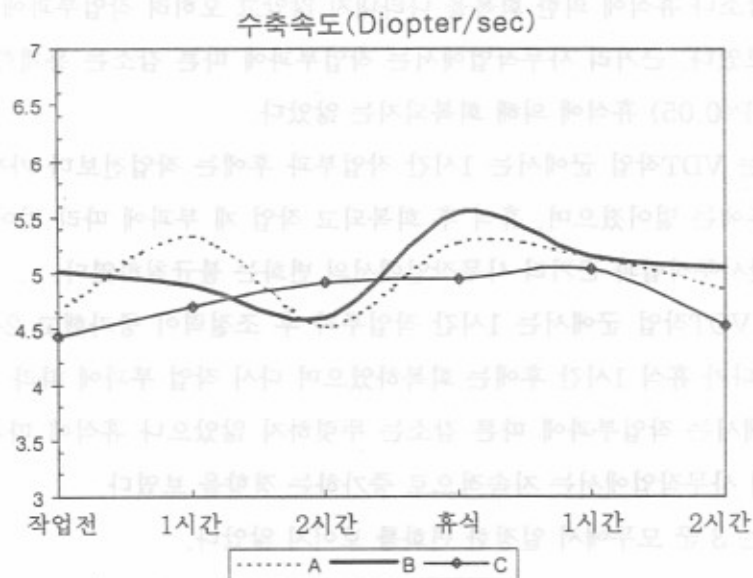


그림 3 작업 군별 수축속도

A: 일반사무작업 B: VDT작업 C: 근거리사무작업

2. 동공대광반사

피실험자 6명에서 3회 측정된 최대동공직경, 최소동공직경, 최대동공면적, Latency, 50% 반응시간, 100% 반응시간, 회복시간, 동공수축속도, 동공이완속도, 최대 수축 가속도를 작업 군별로 평균하였고, 이 중 최대동공직경, 최소동공직경, 최대동공면적의 작업군별 평균치를 표 2에 나타내었다.

최초동공직경은 VDT작업 군에서 작업시간에 따라 감소했는데 휴식에 의해서 회복되지 않고 휴식 후 1시간 작업 때까지 계속 감소하는 경향을 보였으며 이러한 변화는 통계학적으로 유의미하였다($p<0.05$). 휴식 후 2시간 작업 시에 다소 증가하는 것으로 나타났지만 이러한 증가는 통계학적으로 의미가 없었다. 일반 사무작업 군과 근거리 사무작업 군에서는 작업부과에 따른 변화가 불규칙하였고 일관성이 없었다(그림 4). 최소동공직경과 최초동공면적에서도 각 작업 군에서 최초동공직경과 같은 결과를 보였다.

		1	2	3	4	5	6
최초동공직경 (mm)	A	6.36	6.29	6.03	6.08	6.13	6.18
	*B	6.62	6.25	6.16	6.07	6.01	6.16
	C	6.49	6.36	6.44	6.30	6.21	6.29
최소동공직경 (mm)	A	5.13	4.64	4.33	4.47	4.51	4.53
	*B	5.33	4.68	4.68	4.55	4.49	4.73
	C	5.01	4.80	4.85	4.68	4.58	4.63
최초동공면적 (mm ²)	A	32.86	31.78	29.53	29.92	30.62	30.57
	*B	35.41	31.15	30.43	29.76	29.07	30.35
	C	33.73	32.34	32.94	31.67	30.84	31.84

표 2 동공대광반사 지표의 작업부과에 따른 평균

A : 일반사무작업 B : VDT 작업 C : 근거리 사무작업

1-작업시작 전, 2-작업시작 1시간 후, 3-작업시작 2시간 후

4-휴식 1시간, 5-작업 재개 1시간 후, 6-작업 재개 2시간 후.

* 작업부과 시간에 따른 차이 $P<0.05$

최초동공직경(mm)

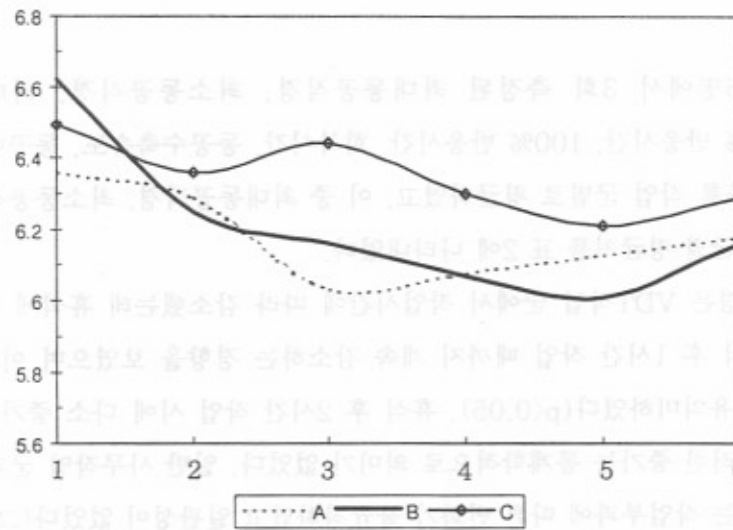


그림 4 작업 군별 수축속도

A: 일반사무작업 B: VDT작업 C: 근거리사무작업

모든 작업 군에서 최초동공직경, 최소동공직경, 최초동공면적은 작업시작 전의 측정이 나머지 모든 구간들보다 뚜렷이 높았으며, 동공수축비, 최대수축속도, 회복시간은 모든 군에서 작업시작 전 측정이 나머지 측정들 보다 낮았다.

Latency, 회복시간, 50% 반응시간, 100% 반응시간, 회복시간, 동공수축속도, 동공이완속도, 최대 수축가속도는 작업시간에 따른 일정한 변화를 보이지 않았다.

안 증상 설문에서 다른 작업에서보다 VDT작업 후 더 많이 호소한 증상은 눈 압박감과 안통이었으며 그 외 눈의 피로감, 부영게 보임, 눈물, 눈 깜박임은 각 작업 군에서 차이가 없었다.

IV. 토 의

VDT작업으로 인한 안정피로를 객관적으로 나타내기 위하여 가장 많이 연구되어온 것이 조절반응의 변화이다. 그 밖에 안구운동, 동공크기, CFF, 안압 측정, 눈물, 각막 표면온도, EEG검사 등이 연구되어 왔지만 VDT작업 피로 측정지표로 사용하기에는 기존 연구들 간의 consistency나 strength가 부족하다 (Nishiyama, 1990).

현재까지의 연구들에서는, VDT작업 군에서 타 작업 군보다 안정피로의 발생이 더 많다고 보고되고 있다(Belluci와 Mauli, 1984; Lie 와 Watten, 1994; Bergqvist와 Knave, 1994).

VDT작업과 조절반응의 관계에 대한 연구는 집단을 대상으로 한 역학조사와 소수의 인원을 대상으로 한 실험적 연구가 있는데, 이 연구들에서 VDT작업과 조절반응의 변화의 관련성은 다양하게 보고되고 있다(Nyman 등, 1985; Saito와 Taptagaporn, 1991; Saito S등, 1991, 1994).

현재까지의 조절반응과 안정피로의 관계를 보기 위한 실험적 연구들은 작업부과 후 조절 속도의 변화, 조절력의 감소, 근점거리의 변화 등을 측정하였다(Saito와 Taptagaporn, 1991; Saito S, 1991; Gurr와 Ron, 1922).

조절반응과 동공반사에 크게 영향을 주는 인자는 연령, 조명, 스트레스, 근거리 작업으로 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 인자들을 조절하기 위하여 실험대상자의 연령을 20대로 제한하고, 일정한 조명 하에서 동일한 컴퓨터를 사용하여 일정한 작업을 부과하였다.

본 연구의 결과에서는 VDT 작업 군에서 작업부과 시간이 증가함에 따라 조절 수축속도가 감소했으며 1시간의 휴식 후에는 뚜렷하게 증가하였는데, 이러한 변화는 조절반응의 수축속도가 VDT작업에 영향을 받는 것을 보여준다. 조절 수축속도의 변화보다는 뚜렷하지 않지만, 근점거리와 조절력도 VDT작업부과에 따라 감소되고 휴식에 의한 회복되는 경향을 보였다. 이것은 Ishikwa 등(1988)과 Saito S등(1991, 1994)이 보고한 것과 동일한 결과를 보여준다. 한편 본 연구에서 이러한 작업시간과 조절 수축속도, 조절력, 근점거리와의 관련성은 일반 사무작업군과 근거리 사무작업 군에서는 보이지 않았다. 이러한 결과는 VDT작업에서 일반사무작업보다 조절기능의 변화가 현저하

다는 Kumasiro의 연구 결과와 일치하고 있다(1984). 조절반응에서 근점거리와 조절력은 1시간 휴식 뒤에 작업 전 첫 측정보다 더 유의미하게 증가한 것은 학습효과로 추정할 수 있으나 더 자세한 연구로 판단될 필요가 있다.

이러한 결과는 조절반응 속도 등이 VDT작업 특성을 인간공학적으로 연구하는데 유용하게 사용될 수 있음을 시사하고 있다. 그러나 조절기능 중의 어떠한 지표가 VDT작업에서의 시각부담을 잘 반영하고 있는가와 어떤 외부적 조건들이 조절기능 등에 영향을 미치는가에 대해서는 더 많은 연구들이 필요할 것이다.

동공대광반사는 VDT작업 군에서만 최대동공직경, 최소동공직경, 최대동공면적 작업시간의 증가에 따라 유의미한 감소를 보였는데, 이러한 변화는 VDT 작업부과가 동공의 크기를 감소시키는데 관련 있는 것으로 보인다. 이 결과는 Saito S등(1991, 1994)과 Hirose 등(1991)에 의해서도 보고된 바 있다. 한편 조절반응과는 달리 동공 크기의 감소는 휴식에 의한 회복을 보이지 않았는데, 이것은 Saito S등(1991, 1994)도 보고하고 있다. 그러나 VDT작업부과와 동공반응의 관계에 대해서는 더 많은 연구들이 필요할 것이다.

V. 요 약

6명의 20대 여성을 대상으로 VDT작업으로 인한 조절반응 및 동공대광반사의 작업 부과에 따른 변화와 다른 사무작업을 부과할 때와의 차이를 보았다. 그 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. VDT 작업 군에서 작업부과 시간이 증가함에 따라 조절 수축속도가 감소했으며 1시간의 휴식시간 후에는 현저하게 증가했고 다시 작업을 부과함에 따라 감소하는 편차를 보였다. 조절 수축속도의 변화보다는 뚜렷하지 않지만, 근점거리와 조절력도 VDT 작업부과에 따라 감소되고 휴식에 의한 회복되는 경향을 보였다.
2. 일반 사무작업군과 근거리 사무작업 군에서는 조절 수축속도, 조절력, 근점거리에서 VDT작업부과때와 같은 반응은 보이지 않았다.
3. 동공대광반사는 VDT작업 군에서만 최대동공직경, 최소동공직경, 최대동공면적 작업시간의 증가에 따라 유의미한 감소를 보였다.

이러한 결과는 조절반응의 변화가 VDT작업의 특성을 연구하는데 유용하게 사용될 수 있음을 시사하고 있다.

VI. 참 고 문 헌

- 구정완, 이자영, 이승한. 은행원의 VDT작업에 따른 안자각 증상. 한국의 산업보건 1991; 30(4): 89-94
- 구정완, 오민화, 이승한. 양안 근점거리의 분포형. 한국의 산업보건 1991; 30(2): 53-57
- 구정완, 이승한. Visual Display Terminal작업시의 양안 근점거리의 변화
- 구정완, 이자영, 이승한. 조절 근점의 분포형. 대한산업의학회지 1991; 3: 92-97
- 김양옥, 박종. 직업성 경견완증후군의 관련요인 및 그 예방대책에 대한 연구. '94 직업 병 예방을 위한 산업보건연구논문집, 노동부, 1994: 51-78
- 박정일, 조경환, 이승한. 여성 국제 전화교환원들에 있어서의 경견완 장애, I. 자 각적 증상. 대한산업의학회지 1989; 1(2): 141-150
- 조경환, 박정일, 이승한. 여성 국제 전화교환원들에 있어서의 경견완 장애, II. 이 학적 검사. 대한산업의학회지 1989; 1(2): 151-159
- 조경환, 박정일, 이승한. 여성 국제 전화교환원들에 있어서의 경견완 장애, III. 악력. 대한산업의학회지 1990; 2(1): 44-49
- Barry LJ. A review of NIOSH's VDT Studies and recommendations. NIOSH Publications on Video Display Terminals 1991: 15-21
- Belluci R, Mauli F. The effect of Visual Ergonomics and Visual Performance Upon Ocular Symptoms During VDT Work. Ergonomics and Health in Modern Offices 1984: 346-351
- Bergquist UO, Knave BG. Eye discomfort and work with visual display terminals. Scan J Environ Health 1994; 20(1): 27-33
- Grandjean E. Fitting the task to the Man, 4th ed. London, Taylor & Francis Ltd., 1988, pp. 231-237
- Gurr S, Ron S. Contrast sensitivity and the near point of accommodation after work with visual display unit. Isr J Med Sci 1992; 28: 618-621
- Lie I, Watten RG. VDT work, oculomotor strain, and subjective

- complaints and experimental and clinical study. *Ergonomics* 1994: 37(8):1419-1433
- Hirose N, Akiya S, Saito Sh, Taptagaporn S, Saito S. Pupillary fatigue caused by VDT operation. *Processing of Japanese Association of Industrial Hygiene(in Japanese)* 1991: 153
- Kumashiro M, Mikami K, Hasegawa T. Effect of visual and mental strain on VDT performance, *Japanese Journal of Industrial Health* 1984: 26: 105-111
- Nyman KG, Knabe BG, Voss M. Work with Video Display among office Employees IV. Refraction, Accommodation, Convergence and Binocular Vision: *Scand Jr Work and Health* 1985: 11(6): 483-487
- Nishiyama K. Ergonomic aspects of the health and safety of VDT work in Japan: a review. *Ergonomics* 1990: 33(6): 659-685
- Osberg O. Accommodation and visual fatigue in display work, *Ergonomic Aspects of Visual Terminals*, London, Taylor & Francis Ltd., 1980 pp.41-52.
- Rom WN. *Environmental and Occupational Medicine*, 2nd ed. Boston, Little Brown and Company, 1992, pp.1109-1119
- Saito S, Taptagaporn S. Pupillary reflexes and accommodation as physiological indices of visual due to VDT operation. *Human aspects in computing* 1991: 233-237
- Saito S. Does fatigue exist in a quantitative measurement of eye movements? *Ergonomics* 1992: 35 (5/6): 607-615
- Saito Su, Sotoyama M, Saito Su, Taptagaporn S. Physiologic Indices of Visual Fatigue due to VDT Operation: Pupillary reflexes and Accommodative responses. *Industrial Health* 1994: 32: 57-66
- Saito S, Taptagaporn S, Salvendy G. Visual Comfort in using different VDT Screens. *International Journal of Human-Computer Interaction* 1993:

complaints and experimental and clinical study. *Ergonomics* 1991; 34(4): 313-323.

Zen C. Occupational Medicine, 3rd ed. Chicago, Mosby-Year Book Inc., 1994.

Hirose N, Akiyama S, Saito S, Takagahara S, Saito S. Effect of VDT operation on visual performance. *Japanese Journal of Industrial Health* 1994; 52: 428-443.

Kumashiro M, Mikami K, Hasegawa T. Effect of visual and mental strain on VDT performance. *Japanese Journal of Industrial Health* 1994; 52: 105-111.

Nyman KC, Knabe BG, Voss M. Work with Video Display Terminals: Office Employment, Refraction, Accommodation, Convergence, and Binocular Vision. *Scandinavian Journal of Work and Health* 1985; 11(6): 483-487.

Nishiyama H. Ergonomic aspects of the health and safety of VDT work in Japan: a review. *Ergonomics* 1990; 33(6): 659-685.

Gaberg O. Accommodation and visual fatigue in display work. *Ergonomic Aspects of Visual Terminals*. London, Taylor & Francis Ltd, 1987; pp. 41-52.

Rom WN. Environmental and Occupational Medicine, 2nd ed. Boston, 1989.

Brown and Company, 1992. pp. 1109-1119.

Saito S, Takagahara S. Pupillary reflexes and accommodation as physiological indices of visual due to VDT operation. *Human aspects in computing* 1991; 233-237.

Saito S. Does fatigue exist in a quantitative measurement of eye movements? *Ergonomics* 1992; 35(5/6): 607-618.

Saito S, Saito M, Saito S, Takagahara S. Physiological indices of visual fatigue due to VDT operation: Pupillary reflexes and Accommodative responses. *Japanese Journal of Industrial Health* 1994; 52: 57-65.

Saito S, Takagahara S, Salvendy G. Visual Comfort in using different VDT Screens. *International Journal of Human-Computer Interaction* 1993;