

VDT작업이 안 조절반응과 동공 대광반사에 미치는 영향

김은아, 김양호, 진영우, 채창호, 최용휴, 문영한

산업보건연구원

= Abstract =

Change on Lens Accommodation and Pupil Light Reflex in VDT works

Euna Kim, Yangho Kim, Youngwoo Jin, Chang ho Chai
Yong hyu Choi, Young-Hahan Moon

*Industrial Health Research Institute
Korea Industrial Safety Corporation*

We studied on change of lens accommodation and pupil light reflex caused by VDT work in six women and compared them with those of other office works. The results were as follows.

1. In VDT work 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 decreased again by the end of the 2nd 2-hr VDT task. Changes of relaxation velocity showed similar pattern although it was less typical than that of contraction velocity.

2. There was no marked change in accommodation contraction velocity and amplitude of accommodation in general office work and near-distance office work, and in the near-distance office work accommodation relaxation velocity decreased according to work load without recovery after lunch break.

3. Initial pupil diameter, initial pupil area of light reflex decreased significantly during VDT task only in VDT work and didn't recover after lunch break.

These results suggest possibility that changes of accommodation contraction velocity, accommodation relaxation velocity, near point distance, and pupil diameter and area are useful in evaluating characteristics of VDT work. For this, more research adjusted individual differences, circadian rhythm, emotional stress needs.

Key words : Accommodation velocity, Pupil light reflex, VDT works, Near point distance, amplitude of accommodation

I. 서 론

VDT작업의 건강장해는 전자기파에 의한 장해, 정신적 스트레스, 근골격계 장해와 안증상, 생식기능 장해 등과 관련하여 연구되어 왔다(Zenz, 1994). 이 중 안 증상은 가장 흔히 호소하는 자각증상으로 보고되고 있는데, VDT작업으로 인한 안 증상은 안통, 눈이 침침해지는 증상, 눈물이 나는 증상, 두통 등을 주로 호소하며, 이러한 증상들은 안정 피로라고 불리기도 한다(Rom, 1992).

VDT 작업 등의 근거리 작업에서는 명확한 상을 얻으려면 수정체의 조절이 필요하며, 장시간 이러한 작업이 부과되면 조절작용에 주요한 역할을 하는 모양체 근육의 피로가 발생하여 조절작용의 일시적 변화가 초래된다고 알려져 있다(WHO, 1987). 또한 근거리 작업에서는 동공의 크기를 변화시킴으로써 눈의 초점과 시야의 범위를 조절하여 뚜렷한 상을 볼 수 있게 되는데(Taptagaporn과 Saito, 1990), 특히 수정체의 조절기능을 소실한 경우 동공을 축소함으로써 뚜렷한 상을 얻게 된다(Moses, 1970).

VDT작업시 생기는 안정피로 등의 주관적 안 증상을 객관적으로 측정하기 위하여, 작업부과에 따른 수정체의 조절반응, 안구운동, 동공반응, CFF, 안압 측정, 눈물, 각막표면온도, EEG검사 등을 이용하여 측정된 안기능 변화와의 관계가 연구되어왔는데, 이 중 수정체의 조절반응이 VDT작업과의 관련성을 보인다고 하였으며, 몇몇 연구들에서는 동공크기의 변화도 관련이 있었다고 하였다(Nishiyama, 1990).

VDT작업 부과가 조절반응에 미친 영향에 대해서 현재까지의 연구들은, VDT작업을 하지 않는 근로자와 비교해서 조절반응의 감소가 없었다고 하였으나(Nyman, 1985; Hedman과 Briem, 1984), 다수의 실험 연구들에서 VDT작업을 부과함에 따라 조절 속도와 조절력의 감소, 근점거리와 원점거리의 변화와(Saito와 Taptagaporn, 1991; Gurr와 Roni, 1992; Saito, 1991, 1994; Murata 등 1996), 동공크기의 감소를 보고 하였다(Saito와 Taptagaporn, 1991; Saito, 1991, 1994).

안정피로 등의 주관적 안 증상이나, 조절반응 등 안 기능의 일시적 변화는 독서나 검색 작업등의 연속적인 시각작업에 의해서도 나타난다는 연구도 있지만(Rose, 1987), Kumashiro 등(1984)은 일반적인 서류 작업보다 VDT작업에서 더 현저한 조절반응의 감소를 보인다고 하였다.

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 건강장해에 대한 연구는 주로 근골격계 증상에 초점을 둔 단면적 연구가 대부분이다(박정일 등, 1989; 조정환 등, 1989, 1990; 김양옥과 박종, 1994).

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

이 연구의 목적은 VDT작업으로 인한 안 기능의 변화를 객관적으로 평가하는 것으로, VDT작업부과에 따른 조절반응의 각 지표(조절속도, 근점거리, 조절력 등)와 동공대광반사(반사속도, 동공크기 등)의 변화를 관찰하였으며, VDT를 사용하지 않는 일반 사무작업, VDT를 사용하지 않는 근거리 사무 작업의 부과 때의 변화도 관찰하여 VDT작업부과 때와 다른 사무작업 부과 때의 차이를 비교하였다.

II. 방 법

대상은 6명의 여성 자원자로 구성되었으며, 조절기능이 연령에 따라 차이를 나타내므로 조절반응에 가장 민감한 20대 초반으로 제한하였다. 연구대상들의

시력은 0.6-1.5 사이였으며, 고도근시, 시각 장애, 안 질환을 가진 대상자는 없었다.

본 연구는 조절기능과 동공대광반사에 영향을 줄 수 있는 환경변수들을 조절하기 위하여 작업조건을 일정하게 유지한 상태에서 실시하였다. 또한 본 연구에서의 검사는 피검사자의 숙련도에 따라 그 결과치가 변화할 수 있으므로, 연구대상자 전원에게 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 VDT작업을, 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. VDT작업은 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 작업 부과 시간 동안 계속해서 근거리로 눈을 조절하도록 하였다. 비 근거리 일반사무 업무는 200장의 폐기능 검사지 두루말이를 개인별로 잘라 종이에 순서대로 붙이는 작업을 시간 제약 없이 자유롭게 하게 하여, 장시간 근거리로 눈을 조절하지 않도록 하였다.

안 조절반응과 동공대광반사의 측정은 동일한 실험실에서 1일 6회 시행했는데 1) 작업 시작 전 2)작업 시작 후 1시간 3) 작업 시작 후 2시간 4) 점심 식사 1시간 후 5) 오후작업 수행 1시간 후 6) 오후작업수행 2시간 후에 각각 시행했으며 참가자들은 점심 휴식시간 동안에는 독서 등 시각에 부담을 줄 수 있는 작업은 하지 않았다.

조절반응은 Accommodometer(Model: Nidek AA-

2000)를 사용하여 오른쪽 눈에서만 측정하였다. 실험 첫날 작업부과 전에 Accommodometer의 refractometer mode에서 피검자의 안구 축장의 길이를 측정하였는데, 이때 피검자는 시표에 의도적으로 초점을 맞추지 말고 눈을 뜨고 있도록 하였는데, 이는 수정체의 굴절로 인해서 안구축장의 변화를 막기 위한 것이었다. 조절반응 측정 시에 피실험자는 Accommodometer의 턱받이에 턱을 얹고 이마를 고정하여 눈의 위치를 일정하게 하였으며, 시표가 가까워지면 시표를 주시하고 있도록 하였다. 측정하는 동안 피검자는 눈을 깜박이지 않도록 하였는데 이것은 눈 깜박임으로 인한 측정오류를 방지하기 위해서였다. 시표는 1회 측정시 0.2D/s의 일정한 속도로 5초간 근거리와 원거리로 이동하였으며 5회 반복되었다. 이때 피검자의 수정체에서 일어나는 동적인 조절반응을 5회 측정하였다. 시표가 피검자의 조절력 안에서 이동하도록 하기 위해서, 시표의 원거리는 Accommodometer의 refractometer mode에서 측정한 피검자의 안구 축장의 길이에다 0.5D를 빼 준 거리로 설정하였으며, 이동 범위는 피검자의 연령에 대한 일본 일반인구의 조절력보다 작거나 같은 거리로 설정하였다(Nidec Co. LTD., 1991). 측정된 수정체의 조절반응은 Accommodometer와 연결된 컴퓨터로 전달되어 설정된 프로그램에서 조절반응 곡선으로 변환되어 저장되었다(그림 1). 1회 측정시 5개의 조절반응 곡선이 저장되었으며, 이를 2회 시행하여 10개의 조절반응 곡선을 구했다. 이 중 가장 적절하게(Valid Graph) 반응한 곡선 5개를 선택하였는데, 잘 반응한 곡선(Valid Graph)의 기준은 렌즈 수축과 이완에 대한 곡선 기울기가 뚜렷하며 안정시에 일정한 높이를 유지하는 곡선으로 두었다. Accommodometer를 이용한 조절곡선으로부터 조절시의 수축속도, 이완속도, 조절력, 근점거리, 원점거리를 계산하였다.

원점거리와 근점거리는 시표가 원거리와 근거리에 있을 때 수정체의 조절 상태를 Diopter로 표현한 것이다(그림 1의 ④, ⑤). 조절수축속도는 시표가 원거리에서 근거리로 이동 한 후 나타나는 수정체의 수축

속도를 Diopter/sec로 나타낸 것이며(그림 1의 ②), 이 완속도는 시표가 근거리에서 원거리로 이동 한 후 나타나는 수정체의 이완속도를 Diopter/sec로 나타낸 것이고(그림 1의 ③), 수정체의 조절력은 근거리의 값에서 원거리의 값을 뺀 차이이다(그림 1의 ①).

대이완속도는 수축 이후 동공 직경의 이완속도이다(그림 2의 ⑧). Latency와 50% 수축시간, 100% 수축시간은 동공 수축이 광자극 이후 반응하는데 걸리는 시간을 각각 나타내며(그림 2의 ①, ②, ⑤), 회복시간은 동공이 최소 상태로 수축한 뒤 이완을 시작하여

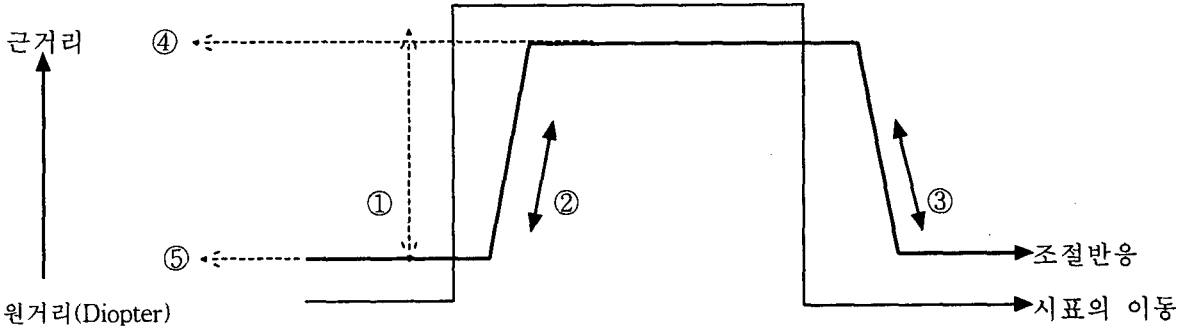


그림 1. Accommodometer step mode에서 조절 반응 곡선

① 조절력 ② 조절수축속도 ③ 조절이완속도 ④ 근점거리 ⑤ 원점거리

동공대광반사 측정시 사용된 Iriscorder(Model Hamatsu C2514)는 반도체 TV 카메라와 연결되어 있는데, 이를 통하여 인식된 연구 대상자의 동공 상은 Iriscorder와 연결된 컴퓨터로 전달되어 저장되었다. 대광반사의 측정은 매 시기마다 3회 측정하였는데, 광자극을 오른쪽 눈에 주고 동공반응의 측정 또한 오른쪽 눈에서 시행하였으며 이때 피검자는 눈을 깜박이지 않도록 하였다. 측정된 동공 상은 컴퓨터 프로그램에 의하여 최초동공직경, 동공반응크기, 최초동공면적, Latency, 50% 반응시간, 100% 반응시간, 회복시간, 동공수축속도, 동공이완속도로 계산되었다. 최초 동공직경과 최초 동공면적은 광자극으로 인한 동공수축을 일으키기 직전의 동공 직경과 동공면적이며(그림 2의 ③), 동공반응 크기는 광자극 후 가장 동공수축이 최대로 일어났을 때의 동공직경과 최초 동공직경과의 차이이다(그림 2의 ④). 최대수축속도는 광자극 이후 동공직경의 수축속도이며(그림 2의 ⑦), 최

63%까지 회복된 시간을 나타낸다(그림 2의 ⑥).

조절 반응과 동공대광반사 측정치들은 Visual foxpro 3.0a를 이용하여 PC에 입력하였으며, SAS V 6.11을 이용하여 분석하였다. 작업부와 시간에 따른 조절반응과 동공대광반사의 변화와 이 변화의 작업 종류간 차이를 보기 위하여 피실험자들의 측정치들을 작업군별로 평균하여 평균치의 변화를 보았다. 작업부와 시간에 따라 통계학적으로 유의한 변화가 있는지, 이 변화가 작업군 간에서 차이를 보이는지를 보기 위하여, 일반선형모델(Generalized Linear Model)을 이용한 반복 측정 분산분석을 실시하였다. 또 작업시간별 측정치들이 각 구간사이에 차이가 있는지를 검증하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 조절반응

세가지 작업종류에 따라 작업시간에 따른 변화를

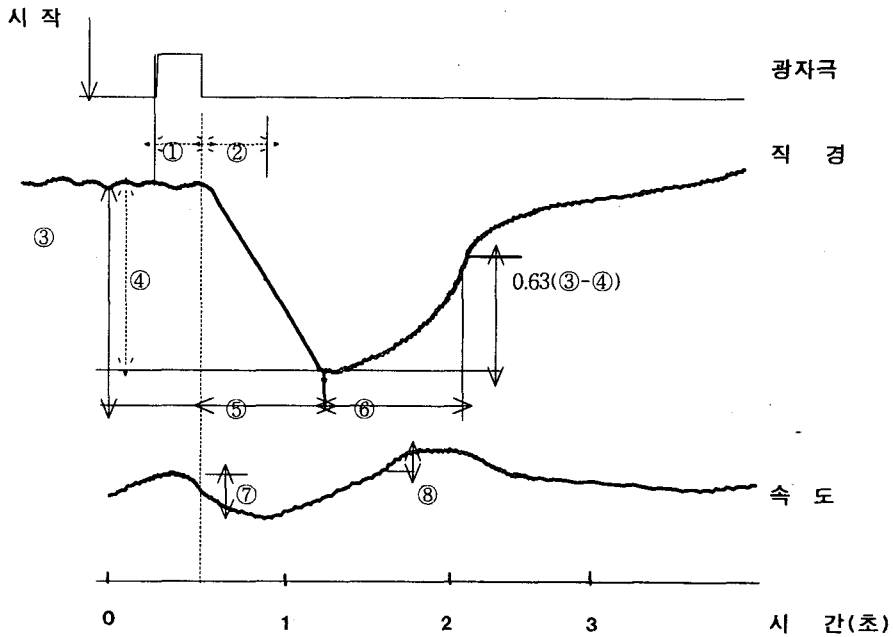


그림 2. Iris-coder에서의 동공반사

- ① Latency ② 50% 수축시간 ③ 최초동공직경 ④ 동공반응크기
- ⑤ 100% 수축시간 ⑥ 회복시간 ⑦ 최대수축속도 ⑧ 최대이완속도

보기 위하여 피실험자 6명에서 5회 측정된 조절 반응 결과를 작업종류별로 평균하였다(표1).

조절 수축속도는 VDT작업에서는 작업시간 증가에 따라 감소하였으며, 휴식 후에 회복하고 다시 작업을 부과함에 따라 감소하는 변화를 보였다. 이러한 작업 시간에 따른 조절 수축속도의 감소는 통계학적으로 유의한 변화($p < 0.05$)를 보였으며 특히 작업 1시간 후(T2)와 작업 2시간 후(T3)의 속도는 뚜렷한 감소를 보였다. 분산분석에서 유의한 변화($p < 0.05$)를 보인 구간은 VDT작업에서 작업시작 전(T1)과 작업 2시간 후(T3) 사이, 휴식 후(T4)와 오후 작업 2시간 후(T6) 사이였으며, 이러한 작업시간에 따른 변화는 작업 종류간에 유의한($p < 0.05$) 차이를 보였다. 일반 사무작업과 근거리 사무작업에서는 휴식 후에 수축속도가 회복되는 경향은 있으나 작업 부과에 따른 변화는 불규칙하

였다.

이완속도는 VDT작업에서는 작업부과에 따른 감소와 휴식 후 회복되는 경향을 보였으며, 특히 휴식 후 뚜렷하게 회복되었다($p < 0.05$). 분산분석에서 유의한 변화($p < 0.05$)를 보인 구간은 VDT작업에서 휴식 후(T4)와 오후 작업 1시간 후(T5) 사이였으며, 이러한 작업 시간에 따른 변화는 작업 간에 유의한($p < 0.05$) 차이를 보였다. 일반 사무작업에서는 작업부과에 따른 감소나 휴식에 의한 회복을 나타내지 않았고 오히려 작업부과에 따라 증가되는 경향을 보였다. 근거리 사무작업에서는 작업부과에 따른 감소는 통계학적으로 유의하였으나($p < 0.05$) 휴식에 의해 회복되지는 않았다.

근점거리는 VDT작업에서는 1시간 작업부과 후에는 작업전보다 가까워졌고 2시간 작업 후에는 멀어졌

표 1. 조절반응 지표의 작업부과에 따른 평균

(평균±표준편차)

		T1	T2	T3	T4	T5	T6
** 수축속도 (Diopter/sec)	A	4.65±1.47	5.34±1.95	4.51±1.44	5.27±1.39	5.15±1.52	4.86±1.42
	*B	5.01±1.07	4.88±1.27	4.60±1.05 ⁺	5.54±1.22	5.14±1.24	5.05±1.12 [‡]
	C	4.44±0.71	4.69±1.22	4.91±1.07	4.94±1.14	5.03±1.54	4.52±1.06
조절력 (Diopter)	A	5.26±1.21	5.20±1.27	5.01±1.32	5.52±0.94	5.27±1.21	5.30±1.17
	B	5.82±0.63	5.93±0.82	5.74±0.73	6.05±0.54	5.84±0.70	5.90±0.78
	C	5.28±0.92	5.33±0.91	5.38±0.89	5.56±1.02	5.52±0.65	5.58±0.87
** 이완속도 (Diopter/sec)	A	4.69±2.10	4.85±2.44	5.10±2.15	5.60±2.37	4.72±2.05	5.34±1.81
	*B	6.29±2.15	6.09±1.71	5.94±1.37	7.02±1.48	6.19±1.42 [‡]	6.10±1.35
	*C	6.48±3.69	6.10±2.44	5.83±2.27	5.39±1.83	5.15±1.55	4.75±1.54
근점거리 (Diopter)	A	-7.31±2.34	-7.35±2.18	-7.24±2.05	-7.48±2.27	-7.25±2.12	-7.29±1.92
	B	-7.20±1.78	-7.56±2.03	-7.34±1.93	-7.64±2.17	-7.27±2.32	-7.21±2.12
	C	-7.63±2.11	-7.58±1.20	-7.69±1.95	-7.95±2.18	-7.47±2.10	-7.77±2.14

A, 일반사무작업; B, VDT 작업; C, 근거리 사무작업

T1, 작업시작 전; T2, 작업시작 1시간 후; T3, 작업시작 2시간 후

T4, 휴식 1시간후; T5, 작업재개 1시간 후; T6, 작업재개 2시간 후

* P<0.05, 작업부과 시간에 따른 차이; ** P<0.05, 작업종류간의 차이

⁺ P<0.05, 작업시작 전과의 차이; [‡] P<0.05, 휴식 1시간후와의 차이

으며, 휴식 후 회복되고 작업 재 부과에 따라 멀어지는 변화를 보였다. 일반사무작업과 근거리 사무작업에서의 변화는 불규칙하였다. 세가지 작업 모두 근점거리는 작업전보다 휴식후에 유의하게(P<0.05) 가까워졌다.

조절력은 세가지 작업 모두에서 휴식 1시간 후의 회복은 뚜렷하였으나 작업 부과에 따른 증감이 불규칙하였으며 원점거리는 세가지 작업 모두에서 일정한 변화를 보이지 않았다.

2. 동공대광반사

피실험자 6명에서 3회 측정된 동공대광반사 결과를 작업종류별로 평균하였다(표2).

최초동공직경은 VDT작업에서 작업시간에 따라 감소했는데 휴식에 의해서 회복되지 않고 휴식 후 1시간 작업 때까지 계속 감소하는 경향을 보였으며 이러한 변화는 통계학적으로 유의하였다(p<0.05). 휴식 후 2시간 작업 시(T6)에는 다소 증가하는 것으로 나타났

지만 통계학적으로 의미가 없었다. 분산분석에서 유의한 변화(p<0.05)를 보인 구간은 VDT작업에서 작업시작 전(T1)과 작업 2시간 후(T3) 사이, 휴식 후(T4)와 오후 작업 2시간 후(T6) 사이였으며, 이러한 작업시간에 따른 변화는 작업 종류간에 유의한(p<0.05) 차이를 보였다. 일반 사무작업에서는 휴식 전에는 작업 부과에 따른 감소를 보였지만 휴식 후 작업 부과에서는 작업부과에 따라 다소 증가하는 변화를 보였다. 근거리 사무작업에서는 휴식전 2시간 작업과 휴식 후 2시간 작업에서 동공 직경이 증가하는 모습을 보여 작업 부과에 따른 반응이 불규칙하였다. 세가지 작업 모두에서 동공반사의 반응크기는 작업시작 전보다 증가하는 변화를 보였다. 최초동공면적에서도 세가지 작업 모두에서 최초동공직경과 같은 결과를 보였다.

세가지 작업 모두 최초동공직경, 반응크기, 최초동공면적은 작업시작 전의 측정이 나머지 모든 구간들보다 뚜렷이 높았으며, 동공수축비, 최대수축속도, 회복시간은 모든 작업에서 작업시작 전 측정이 나머지 측정들 보다 낮았다.

표 2. 동공대광반사 지표의 작업부과에 따른 평균

(평균±표준편차)

		T1	T2	T3	T4	T5	T6
**최초 동공직경 (mm)	A	6.36±0.32	6.29±0.72	6.03±0.88	6.08±0.77	6.13±0.94	6.18±0.60
	B*	6.62±0.52	6.25±0.52	6.16±0.66 †	6.07±0.85	6.01±0.76	6.16±0.53 †
	C	6.49±0.47	6.36±0.46	6.44±0.33	6.30±0.38	6.21±0.59	6.29±0.63
최소 동공직경 (mm)	A	5.13±0.95	4.64±0.76	4.33±0.72	4.47±0.87	4.51±1.02	4.53±0.63
	B*	5.33±0.89	4.68±0.67	4.68±0.67 †	4.55±0.89	4.49±0.83	4.73±0.76 †
	C	5.01±0.44	4.80±0.40	4.85±0.54	4.68±0.55	4.58±0.73	4.63±0.72
반응크기 (mm)	A	1.23±0.35	1.65±0.37	1.70±0.53	1.61±0.39	1.62±0.56	1.65±0.37
	B	1.29±0.32	1.57±0.34	1.48±0.25	1.52±0.35	1.52±0.27	1.43±0.38
	C	1.48±0.26	1.56±0.43	1.59±0.45	1.62±0.46	1.63±0.52	1.66±0.52
**최초 동공면적 (mm ²)	A	32.86±7.93	31.78±6.77	29.53±7.87	29.92±7.15	30.62±8.44	30.57±5.63
	B*	35.41±8.50	31.15±5.03	30.43±6.30 †	29.76±7.34	29.07±6.66	30.35±5.00 †
	C	33.73±4.95	32.34±4.52	32.94±3.28	31.67±3.72	30.84±5.66	31.84±5.96
Latency (msec)	A	265.24±66.47	255.53±46.99	251.09±28.49	244.41±39.68	239.98±25.83	255.52±22.41
	B	263.30±65.83	253.68±36.40	243.30±33.22	251.81±36.55	255.53±28.00	248.11±22.06
	C	275.89±29.27	265.71±16.63	254.60±23.43	258.31±33.94	242.57±53.69	249.97±20.61
50% 수축시간 (msec)	A	229.13±79.80	251.08±69.45	251.08±74.13	242.20±47.08	253.31±58.82	258.86±86.32
	B	252.19±67.52	237.93±51.72	232.18±52.50	228.68±46.38	230.52±54.91	228.67±56.23
	C	266.63±64.17	252.75±63.73	235.15±48.46	230.52±46.87	258.29±72.13	240.71±55.20
100% 수축시간 (msec)	A	837.48±209.02	945.53±271.20	919.97±268.24	855.53±291.65	879.97±247.53	924.41±243.63
	B	891.07±216.48	886.99±222.27	828.85±187.76	899.98±204.84	897.19±209.45	839.78±244.63
	C	923.11±230.10	845.34±258.70	811.08±247.40	827.74±213.20	919.41±242.96	849.03±216.36
회복시간 (msec)	A	2045.80±935.60	1761.09±781.50	1641.08±480.00	1387.75±470.08	1464.41±649.18	1589.97±578.13
	B	1695.52±731.36	1370.34±332.92	1418.85±288.66	1233.31±435.77	1274.04±382.29	1149.97±269.28
	C	1487.01±396.36	1335.15±322.76	1482.38±576.59	1338.86±393.28	1537.52±522.78	1267.55±266.51
동공 수축속도 (mm/sec)	A	3.20±0.71	4.34±0.30	4.49±0.66	4.41±0.48	4.51±0.43	4.20±0.60
	B	3.55±0.73	4.27±0.42	4.31±0.62	4.37±0.50	4.35±0.52	4.35±0.77
	C	3.94±0.65	4.21±0.61	4.28±0.55	4.33±0.92	4.11±0.91	4.38±0.70
동공 이완속도 (mm/sec)	A	1.40±0.35	1.61±0.25	1.69±0.33	2.22±0.91	1.84±0.47	1.73±0.50
	B	1.67±0.61	1.98±0.57	1.95±0.68	1.99±0.67	1.91±0.59	1.76±0.37
	C	1.68±0.44	2.05±1.56	1.72±0.61	2.08±1.04	3.32±5.91	1.79±0.32

A, 일반사무작업; B, VDT 작업; C, 근거리 사무작업

T1, 작업시작 전; T2, 작업시작 1시간 후; T3, 작업시작 2시간 후

T4, 휴식 1시간후; T5, 작업재개 1시간 후; T6, 작업재개 2시간 후

* P<0.05, 작업부과 시간에 따른 차이; ** P<0.05, 작업종류간의 차이

† P<0.05, 작업시작 전과의 차이; ‡ P<0.05, 휴식 1시간후와의 차이

Latency, 50% 수축시간, 100% 수축시간, 회복시간, 동공수축속도, 동공이완속도는 작업시간에 따른 일정한 변화를 보이지 않았다.

IV. 토 의

WHO(1990)에서 보고한 바에 의하면, 최근까지의 연구들에서 VDT작업 이외에 조절반응에 영향을 준

것으로 나타난 요인은 연령과 작업강도로 나타났으며, 조절반응에 대한 각 연구들에서의 결과가 다르게 보고되고 있는 이유의 하나로 이러한 요인이 달랐던 점을 들고 있다. 본 연구에서는 이러한 인자들을 조절하기 위하여 실험대상자의 연령을 20대로 제한하고, 일정한 조명 하에서 동일한 컴퓨터를 사용하여 일정한 작업을 부과하여 작업부과에 의한 시기능 변화만을 보고자 하였다.

본 연구의 결과에서 VDT 작업에서는 작업부과 시간이 증가함에 따라 조절 수축속도와 이완속도가 감소했으며 1시간의 휴식 후에는 뚜렷하게 증가하였는데, 이러한 변화는 조절반응의 수축속도가 VDT작업에 영향을 받는 것을 보여준다. 조절 수축속도의 변화보다는 뚜렷하지 않지만, 근점거리도 VDT작업부과에 따라 감소되고 휴식에 의한 회복되는 경향을 보였다. 이것은 Saito 등(1991, 1994)이 5명의 학생들을 대상으로 4시간의 VDT 작업을 부과하면서 Accommodometer를 사용하여 조절 반응을 측정 하였을 때 작업 부과에 따라 조절 속도가 감소한다는 보고와 동일한 결과를 보여준다.

한편 본 연구에서 이러한 작업시간과 조절 수축속도의 관련성은 일반 사무작업과 근거리 사무작업에서는 보이지 않았다. 이것은 7명의 학생을 대상으로 VDT작업과 서류작업에서 조절기능의 변화를 비교하였을 때 VDT작업 부과에서 서류 작업부과때 보다 조절기능의 감소가 현저하다는 최근연구의 결과와 일치하고 있다(Kumasiro, 1984).

조절반응의 이완속도의 작업부과에 따른 감소는 VDT작업 뿐 아니라 근거리 사무작업에서도 보였는데, 이것은 근거리 사무작업과 비교해서 VDT작업의 작업강도가 심하지 않았던 때문일 가능성이 있다(WHO, 1987). 또한 이완속도의 감소는 VDT작업에서는 휴식 후 회복되었으나 근거리 사무작업에서는 회복되지 않고 있는데 이에 대한 생리학적 이유는 본 연구 결과만으로는 설명할 수 없으므로 이를 위해서는 연구대상 수 증가 등을 보완 한 다른 연구들이 필요하다.

Takeda 등(1988)은 하루 중 시간의 변화(생체리듬)

이 조절반응에 미치는 영향을 보기위하여, 6명을 대상으로 26시간 깨어있는 상태에서 시각적 작업이나 심한 활동을 하지 않게 하면서 조절반응의 변화를 관찰하였는데, 조절반응은 오전 8시에 최소치를 보이며 점점 증가하여 정오에 최대치를 나타낸 후 다시 점점 멀어지다가 오후 2시부터 다시 증가하는 곡선을 보였으며, 근점거리도 같은 경향을 따라 멀어지고 가까워지는 곡선을 보고하였다. 본 연구에서 근거리 사무작업에서의 이완속도를 제외하면 수축속도와 조절력, 이완속도를 포함한 조절반응지표들에서 세가지 작업 모두 작업시작전(오전 9시) 보다 휴식 뒤(오후 1시)의 측정이 더 유의하게 증가($P<0.05$)하였으며, 근점거리는 세가지 작업 모두에서 작업시작전 보다 휴식 뒤에 더 유의하게 가까워진 것이($P<0.05$) 관찰되었는데 이는 Takeda 등(1988)이 보고한 생체리듬 등에 의한 영향을 배제할 수 없는 것으로 생각되나 생체리듬이 조절반응에 미치는 영향을 판단하기 위해서는 측정 시간대를 달리한 연구들과 생리학적 기전을 밝히기위한 연구들이 필요하다.

동공대광반사에서는 최대동공직경, 최대동공면적이 VDT작업에서만 작업시간의 증가에 따라 유의한 감소를 보였고 반응크기는 작업부과에 따라 증가하는 경향을 보였는데, 이러한 결과는 Saito 등(1991, 1994)과 Hirose 등(1991)에 의해서도 보고된 바 있다.

한편 조절반응과는 달리 동공크기의 감소는 휴식에 의한 회복을 보이지 않았는데, 이것은 Saito 등(1991, 1994)도 보고하고 있다. 동공크기에 영향을 주는 인자는 광자극, 근거리 주시, 감정 상태에 의해서도 영향을 받는데, 놀람, 통증, 또는 고도의 정신집중시에 확장되고, 피곤, 졸음등 의해 확장된다(Grandjean, 1988). 본 연구에서 휴식 후 동공직경과 동공면적이 감소되지 않은 것은 동공 직경과 면적의 변화가 VDT작업 부과에 의한 영향 뿐만 아니라 광자극이나 스트레스 등 다른 요인에 의한 영향도 많이 받았을 가능성을 보여준다. VDT작업부과와 동공반응의 관계에 대해서는 다수의 보고들에서 의견이 일치되고 있지 않고 있으므로(WHO, 1987), 이러한 상관성을 판단하기 위해서는

실험 조건의 통일 등, 방법론적으로 더 정확한 연구가 필요하다.

본 연구는 연구대상의 수가 제한적이어서 대상자의 개인적 차이의 영향을 배제하기 어려운 한계를 갖고 있으나, 이상의 결과는 동일한 작업 조건하에서 VDT 작업부과시에 조절반응 속도와 동공크기가 감소함을 보여준다. 이는 조절반응 속도가 VDT작업 특성을 인간공학적으로 연구하는데 사용될 수 있는 가능성을 시사하고 있으나 조절기능 중의 어떠한 지표가 VDT 작업에서의 시각부담을 잘 반영하고 있는가와 어떤 외부적 조건들이 조절기능과 동공반사 등에 영향을 미치는가에 대해서는 더 많은 연구들이 필요할 것이다.

V. 요약

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

1. VDT 작업에서 작업부과 시간이 증가함에 따라 조절 수축속도가 감소했으며 1시간의 휴식시간 후에는 현저하게 증가했고 다시 작업을 부과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 조절 수축속도의 변화보다는 뚜렷하지 않지만 이완속도도 VDT작업부과에 따라 감소되고 휴식에 의한 회복되는 경향을 보였다.

2. 일반 사무작업과 근거리 사무작업에서는 조절 수축속도에서 VDT작업부과때와 같은 반응은 보이지 않았으며, 근거리 사무작업에서 이완속도가 작업부과에 따라 감소하였으나 휴식 후 회복되지 않았다.

3. 동공대광반사에서 최초동공직경, 최초동공면적은 VDT작업에서만 작업시간의 증가에 따라 유의한 감소를 보였는데 휴식 후 회복되지 않았다.

이러한 결과는 조절 수축속도의 변화, 조절 이완속도, 동공직경과 면적의 변화가 VDT작업의 특성을 연구하는데 사용될 가능성을 보여주며, 이를 위해서 연구대상이 개인차, 생체리듬, 감정적 자극등을 보정한

연구가 필요하다고 생각된다.

VI. 인용문헌

- 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 Terminal 작업시의 양안 근점거리의 변화. 가톨릭대학 의학부 논문집 1991; 44(3): 669-676
- 구정완, 이자영, 이승한. 조절 근점의 분포형. 대한산업의학회지 1991; 3: 92-97
- 김양욱, 박종. 직업성 경견완증후군의 관련요인 및 그 예방대책에 대한 연구. '94 직업병 예방을 위한 산업보건연구논문집, 노동부, 1994, 쪽 51-78
- 박정일, 조경환, 이승한. 여성 국제 전화교환원들에 있어서의 경견완 장애 I. 자각적 증상. 대한산업의학회지 1989; 1(2): 141-150
- 조경환, 박정일, 이승한. 여성 국제 전화교환원들에 있어서의 경견완 장애 II. 이학적 검사. 대한산업의학회지 1989; 1(2): 151-159
- 조경환, 박정일, 이승한. 여성 국제 전화교환원들에 있어서의 경견완 장애 III. 악력. 대한산업의학회지 1990; 2(1): 44-49
- CDC, NIOSH Publications on Video Display Terminals, Ohio, CDC, 1991, pp. 15-21
- 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
- Hedman LR, Briem V. Short-term changes in eye-strain of VDU user as a function of age. Human factors 1984 ; 26:357-370
- 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 vis-

- ual and mental strain on VDT performance. Japanese Journal of Industrial Health 1984; 26: 105-111
- Moses AR. 1970, Adler's Physiology of the eye, St Luis, The C. V. Mosby Company, 1970, pp. 350-357, 382-385
- Murata K, Araki S, Yokoyama K, Yamashita K, Okumatsu T, Sakou S. Accumulation of VDT Work-related Visual Fatigue assessed by Visual Evoked Potential, Near point distance and Critical Flicker fusion. Ind Health 1996; 34: 61-69
- Nidek accommodometer Model AA-2000 operator's manual, Nidek CO. LTD., 1991
- Nishiyama K. Ergonomic aspects of the health and safety of VDT work in Japan: a review. Ergonomics 1990; 33(6): 659-685
- 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
- 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
- Rose L. Workplace Video Display Terminals and Visual Fatigue. J Occup Med 1987; 29(4):321-323
- 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 Sh, 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; 5 (4): 313-323
- Takeda T, sberg O, Fukui Y, Iida T. Dynamic accommodation measurements for objective assessment of eyestrain and visual fatigue. J. Human Ergol 1988; 17:21-35
- Taptagaporn S, Saito S. Analysis of pupil movements for ergonomic evaluation of visual environments 6th Symposium on Human Interface. 1990: 617-624
- WHO. Visual display terminals and workers' health. Geneva, WHO, 1987, pp. 85-108
- Zenz C. Occupational Medicine, 3rd ed. Chicago, Mosby-Year Book Inc., 1994, pp. 428-443