

가. 서 론

21세기는 흔히 정보화 사회이면서 복지구현사회라고 한다. 정보화 사회의 필수 도구인 컴퓨터 작업과 복지개념 중 가장 중요한 건강을 엮어보면 컴퓨터 작업으로 인한 건강문제가 21세기의 중요한 직업관련성 건강문제가 될 것이다. 전문적인 용어를 빌리자면 ‘VDT작업과 산업보건문제’가 될 것이다. 주로 산업장에서 공정관리나 회사업무용으로 사용되던 VDT가 대중화되면서 VDT로 인한 건강문제는 노동자뿐 아니라, 전 국민의 관심사가 되었고 ‘VDT 증후군’이라는 용어도 더 이상 낯설지 않다. VDT란 비디오표시단말장치(Video Display Terminal)의 약자로 대표적인 예가 컴퓨터 모니터다. VDT 증후군이란 VDT 작업과 관련된 여러 가지 건강상 증상을 일컫는 용어이다. 우리나라는 VDT 작업과 관련하여 안과의사들은 주로 시력과 관련하여, 인간공학자들은 주로 작업자세와 관련하여, 그리고 물리학자들은 주로 전자기장과 관련하여 VDT 증후군을 해석하고 각각의 분야 문제가 전부인 것처럼, 그리고 각각 해당분야에 치우쳐 VDT 증후군에 대한 대책을 말하고 있다.

이 글에서는 컴퓨터 작업과 관련하여 발생할 수 있는 건강상 문제에 대하여 현재까지 밝혀진 과학적인 증거와 건강장해를 예방하기 위한 작업환경과 올바른 작업자세를 제시하고자 한다. 단, 게임중독이나 정보내용의 불건정성(예,음란정보)등과 같은 사회심리학적 요소는 배제하였다.

나. 본 론

Part I. VDT 작업과 건강상 영향

1. 눈과 관련된 문제

VDT 작업과 관련하여 가장 빈번히 보고되는 안과적 문제는 눈의 긴장과 자극이며 두통도 이 범주에 포함시킨다. 많은 안과전문의는 VDT 작업이 시력

저하, 안구건조증, 근시, 굴절이상 등 영구적 손상을 야기한다고 주장하나 지금까지 연구결과에 의하면 영구적 손상의 증거는 없다. 따라서 과중한 VDT 작업은 영구적 손상보다는 눈의 긴장과 피로, 일시적 시력저하, 두통을 가져온다고 본다.

한때 VDT 작업과 백내장과의 상관성에 대한 주장이 강하였지만 1986년 미국 NRC(National Research Council)의 역학조사에 연관성이 없다고 밝혔고 그뒤 몇몇 연구에서도 NRC의 주장을 뒷받침하고 있다. 이런 백내장의 원인으로 VDT 작업할 때 전자기장의 노출을 거론하였으나 1994년에 WHO에서 VDT에서 방출되는 전자기장 수준에서는 백내장이 발생되지 않는다고 하였다.

VDT 작업시 눈의 장애와 관련하여 특히 주의해야 할 사람은 노안으로 인해 돋보기를 사용하는 사람과 이중 초점렌즈를 사용하는 사람들이다. VDT 화면과의 거리는 책을 볼때보다 멀어서 원경(遠景)의 근거리에 속하고, 근경(近景)의 맨뒷쪽에 속하기 때문이다. WHO에서는 VDT 작업자는 입사 초기에 눈 검사를 하고, 40세를 넘어서면 매년 눈에 대한 검사를 하도록 추천하고 있다.

2. 근골격계 질환, 피로와 관련된 문제

VDT 증후군의 여러 가지 증상중에 근골격계에 대한 불편함이나 불쾌감을 호소하는 사람의 비율(유병율이 눈에 대한 것보다 더 많이 보고됨)이 가장 높고, 관심도 가장 많다.

VDT 작업을 반복적으로 오래하게 되면 근육의 피로를 가져오고 심한 경우 상해를 가져오기도 한다. VDT 작업으로 인한 건강장해는 지속적인 반복작업과 관련한 근골격계 질환이 가장 문제되는데 이는 팔, 손목, 손가락, 목, 어깨 등의 근육, 인대, 신경, 접합부위에 질병을 초래하는 것(이를 경견완장해라 함)으로 카파터널 증후군, 건염, 창백지 현상, 무기력증, 무감각증이 대표적이다. 실제로 VDT 작업과 관련하여서는 목/어깨의 통증이나 뻣뻣함, 요통에 관한 증상이 많고, 카파 터널 증후군(수근관 증후군; 엄지, 검지, 중지와 약지의 절반에 감각이 둔화해지고 인근 부위의 통증유발)같은 손목증상, 창백지 현상은 상대적으로 적다.

VDT 작업과 관련하여 발생하는 근골격계 증후군을 관리하기 위해서는 다음 세 가지 측면이 고려되어야 한다.(자세한 것은 Part IV 참조)

- 의자의 조건
- 작업대(Workstation)의 조건
- 작업자세 및 작업조건(업무량, 휴식빈도/시간, 작업스케줄 조정 등)
: 작업조건을 잘 조절하면 근골격계 질환은 물론 스트레스도 감소시킬 수 있다.

실제로 인간공학분야에서 말하는 VDT 작업으로 인한 근골격계 증후군의 원인은 크게 다음 두 가지로 분류할 수 있다.

- 부적절한 자세에서 고정된 자세로 장시간 작업
- 반복작업

그러나 이런 인간공학적 인자만을 제어하려는 대책(근골격계 증후군의 원인으로 인간공학적 인자를 강조하여, 인체와 작업공간을 기계론적 유물관으로 파악하여, 부적절한 물리적 요소 - 예,VDT 작업인 경우, VDT와의 거리, 의자 높이, 책상 높이, 팔의 각도, 키보드의 조절 등-를 제어하면 근골격계 증후군을 없애거나 감소시킬 것으로 생각하였으나 실제로 그렇지 못함)으로 근골격계 증후군의 유병율이 감소되지 않자 최근에는 이런 인간공학적 요소와 더불어 사회 심리적 인자가 작업관련 근골격계 질환의 주요인자라는 것이 밝혀졌다. 즉, 작업스케줄, 업무의 난이도, 동료·상사와의 관계, 관리조직, 회사문화/분위기 같은 사회 심리학적 요인이 그 기전은 불명확하지만 분명하게 근골격계 증후군에 영향을 준다는 연구결과가 많이 발표되고 있다.

그림 1은 인간공학적 요인과 사회심리학적 요인을 결합하여 근골격계 질환을 설명하려고 하는 모델의 한 예이다.

3. VDT 작업과 스트레스

산업혁명전의 제품 생산은 숙련공에 의해 이루어졌는데 이 숙련공은 제품 생산의 전과정에 참여하고, 작업속도조절, 작업의 수행방식을 스스로 결정하는 권한이 있었다. 그러나 혁명 이후 대량생산화가 본격화되자, 근로자의 작업 참여 방식 및 조건은 급격히 변하였다. 기계화로 인해 한정된 일을 단순반복하는

것이 직업이었고, 작업의 속도는 인간이 아닌 기계의 속도에 의해 통제조절되고, 기계의 부속품처럼 일하게 되었다.

Table 1. Prevalence rates of VDT-related Health Problem

Health Problem	Prevalence Rate
Visual System	>50 %(참고: 이러한 유병율은 VDT이외 다른 작업에서도 있다.)
- NIOSH Study	75 %: aching or burning eye
- Italian Study	39 %: blurred vision
	>30 %: burning eye
	15 %: blurred vision
Musculoskeletal disorder	VDT 증후군에서 가장 유병율이 높음
- NIOSH	1982년 연구: 75 %가 허리, 목, 어깨 증상 호소
	1989년 연구: 40 %가 CTD 기준에 맞는 증상 호소
	1991년 연구 : 20~25 %가 상체 증상 호소
	1992, 1993년도 연구도 위와 비슷(객관적 지표는 유병율이 절반수준이었음)
	목, 어깨, 허리 팔의 신경조직 증상호소율이 심함

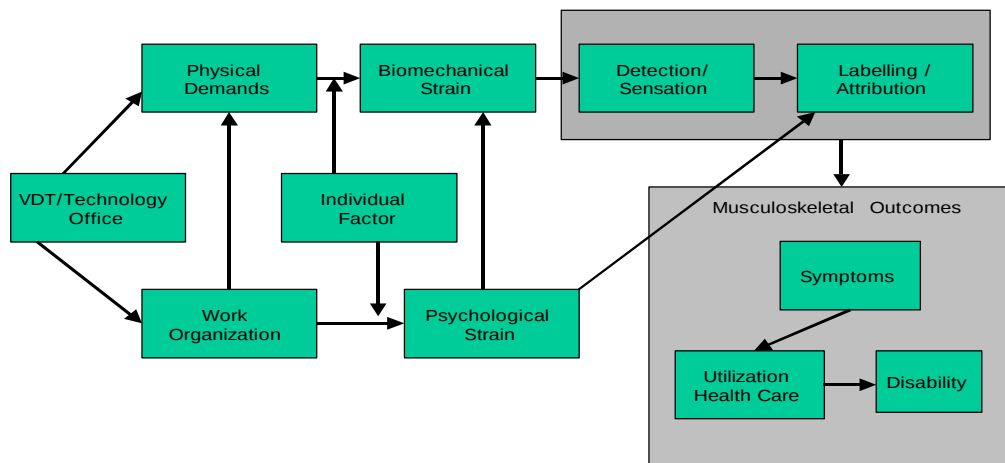


그림 1. 근골격계 증후군을 인간공학적 요인과 사회심리학적으로 설명하는 모델의 예

또한 최종제품에서 자신의 참여 주체성을 찾지도 못하게 도는데 많은 사회심리학자들은 이러한 작업패턴의 변화가 직업으로 인한 스트레스의 주된 원인으로 설명한다.

게다가 20 세기까지의 근로자는 하루의 작업시간동안 정해진 양만큼의 일을 수행하면 된다. 그러나 컴퓨터 작업량은 목표가 정해지지 않고, 개인의 능력에 따라 성과도가 판이하게 다르다. 기존의 연구결과에 의하면 또 컴퓨터 고장, 컴퓨터의 느린 속도, 단순입력작업, 컴퓨터 기술의 급속한 발전과 대체, 반복적인 작업, 고정된 자세로의 작업, 컴퓨터를 통한 작업 수행능 평가(컴퓨터 작업의 목표 달성량을 점차 강하게 설정하게 되는데 간신히 이 목표량을 달성한 근로자가 가장 스트레스를 많이 받는다고 함), 동료와의 대화단절, 미래 업무에 대한 불안 등으로 인해 과거와는 다른 스트레스가 증가하고 있다. VDT 작업자들의 역학조사에서 VDT 직업병 증가와 작업통제권(자율권) 상실의 감성의 저하와 심혈관계 질병을 증가시킨다고 보고하고 있다. 이외에 인해, 불안, 초조, 우울증이 많이 보고되고 있고, 혈압도 증가하는 등 전형적인 스트레스 증상이 VDT 작업과 관련하여 증가한다고 보고되고 있다.

VDT 작업과 관련하여 스트레스를 감소시키는 데 사회심리학자들은 다음과 같은 처방전을 내놓고 있다.

- 업무의 내용이 단순하지 않고 다양하거나 복잡하여 작업자가 흥미를 갖고 일할 수 있으며, 습득한 기술을 십분 활용할 수 있게 한다.
- 업무가 끝맺음이 있어 각 작업사이클 마다 뚜렷하고 의미있는 작업성과물이 나와야 한다.

한 예로 단순자료입력작업은 위 두 가지 항목을 만족시키기가 어렵다.

- 작업자에게 어느 정도 업무에 대한 재량권(작업우선순위 결정, 작업스케줄 조절, 속도조절)을 준다.
- 작업자에게 VDT 작업대의 배치와 공간조성에 대한 재량권을 준다.
- 사무실내 사회적 환경조성도 매우 중요하다. 동료간 감정적 지지와 업무의 유대관계 설정 등을 위한 인간적 관계가 형성될 수 있도록 한다.
- 최근의 VDT 사무실은 넓은 장소에 개인용 칸막이를 하는 것이 일반적 추

세인데 이 경우도 개인의 사생활 보호측면과 아울러 서로 상호작용의 측면이 잘 조화되도록 배치되어야 한다.

- VDT 관련 새로운 기술이 도입될 때 작업자가 스트레스를 받지 않도록 미리 대화하며 의도와 목적을 충분히 설명한다.
- 새로운 기술을 도입할 때 단계적으로 도입하며 적응할 있도록 도와주며 신뢰감이 형성되도록 한다.
- 새로운 기술에 대한 교육, 기술적 지원을 하여 근로자가 좌절감이나 에러를 최소화하도록 한다.

4. 전자기장 문제

VDT 작업과 건강에 관한 이슈 중 하나는 모니터에서 나오는 X-ray, 라디오 주파수와 극 저주파수 범위에서 형성되는 전자기장이 인체에 영향을 주는가 하는 점이다. VDT 화면에서 나오는 X-ray수준은 낮아 건강상 영향이 없다고 보는 것이 일반적이며 VDT 작업으로 인해 노출되는 전자기장의 영향은 아직도 논란이 지속되고 있으나 대부분의 연구결과에 의하면 뚜렷한 건강상 장애는 보고되고 있지 않다. 한 예로, 모니터의 방사선과 백내장의 연관성을 제기하였으나 백내장이 VDT 작업과 관련된 증거는 발견되지 않았다. 그러나 VDT 작업으로 인해 전자기장 노출이 증가되므로 노출을 줄이기 위해서 가능한 단말기와 작업자의 거리를 멀게 하는 것, 컴퓨터끼리 가능한 멀게 배치하는 등의 작업장의 적절한 설계가 필요하다.

5. VDT 작업과 생식장해의 문제

VDT 작업과 출산과의 연관성 연구는 1980년 캐나다의 신문사 직원을 대상으로 한 연구이후 많은 연구가 진행되었는데 출산에 미칠 수 있는 VDT 작업요인은 육체적 스트레스(작업자세), 심리적 스트레스, 및 전자기장에 대한 노출이었다. 특히, 전자기장에 의한 노출이 출산에 영향을 줄 수 있는 가장 설득력 있는 인자로 간주되었다. NIOSH와 미국 암 협회(American Cancer Society)에서는 VDT 작업으로 인해 유산의 위험성이 증가하지 않는다고 하였다. 이외에도 연구방법 및 연구자에 따라 논란이 지속되고 있지만 현재까지의

연구결과에 의하면 VDT 작업과 자연유산, 저체중, 조기 분만, 출산력과는 유의한 상관성이 없다고 보고되고 있다.

요약하면 지금까지의 과학적 증거에 의하면 VDT 작업만으로 임신부에게 위험이 증가되지는 않으나, 장시간 동안 집중된 VDT작업을 하면서 좋지 못한 작업자세와 업무스트레스와 연관시켜 볼 때 VDT 작업은 임신부에게 위험인자가 될 수 있다.

6. VDT 작업과 휴식시간

최근의 연구결과에 의하면 적절한 작업대의 재배치만으로는 눈의 긴장과 근골격계 증후군을 효과적으로 제거하지 못한다는 것이 밝혀지고, 적절한 휴식시간의 배분과 빈도가 이러한 긴장의 완화와 생산성을 높인다고 보고되고 있다.

1920년대에 영국산업피로연구위원회(British Industrial Fatigue Research Board; IFRB)가 조립업무시 오전 오후의 각 작업시간 중간에 1번씩 휴식을 취하면 생산성이 올라간다고 보고한 이래 1960년대 말에는 회계업무를 보든 사람은 매 시간당 10분당 휴식하며 일하면 이것보다 더 적은 빈도로 15분씩 쉬는 것보다 더 생산성이 높아진다고 하였다. 1980년대 초반에는 VDT 작업에서 오전 오후에 한번씩 휴식하는 것은 거의 효과가 없으며 1987년에는 경험적 알고리즘을 이용하여 매 12분씩 하루 6번 휴식하면 근골격계 질환을 예방할 수 있다고 보고하기도 하였다. 1987년에는 VDT 작업에서도 매시간 10 분씩 휴식하는 것이 같은 결과를 가져온다고 보고되었다. 2000년도 NIOSH에서는 자료 입력자들이 기존의 방식인 오전오후 한번씩 15씩 휴식하던 스케줄에, 5분씩의 짧은 휴식시간을 더 보충해주자, 생산성이 떨어지지 않고, 눈의 긴장과 근골격계 증상이 감소되었다고 했다. 즉, 짧고 자주 휴식하는 것이 가끔 길게 휴식하는 것보다 낫다. 그러나 너무 자주 쉬면, 작업리듬의 중단, 생산중단으로 인한 비용증가가 나타난다는 주장도 있다. 어떤 학자들은 휴식시간과 빈도에 대해 작업자들에게 자율권을 주어야 한다고 주장하기도 하나 이에 대해서는 논란이 많다.

VDT작업의 휴식시간과 관련하여 강조해야 할 것은 휴식시간에 적절한 체

조 등을 통하여 근육의 긴장 및 눈의 피로를 푸는 것이 실천되어야 한다는 것이다.

Part II. VDT와 방사선

1. 주요 발생 방사선

VDT의 주요기능은 빛(가시광선)을 방출하여 작업자의 눈으로 지각하게 하는 것이다. 가시광선이외에도 VDT 작업과 관련하여 나올 수 있는 방사선의 종류는 다음과 같다. 이중에서 X-ray 만이 이온화 방사선이고 나머지는 모두 비이온화 방사선이다. 이들 방사선은 어디에서 나올까? 이를 이해하려면 음극선관(CRT; Cathode Ray Tube)을 이해하여야 한다.

CRT는 고진공전자관으로서 음극선, 즉 진공 속의 음극에서 방출되는 전자를 이용해서 가시상(可視像)을 만드는 표시장치이다. 음극선 즉 전자빔을 일정한 원 속에 정밀하게 집중시키기 위해서 전자총이 사용되고, 전자의 가속에는 5~25kV의 직류전압을 사용한다. 즉, 전자빔이 형광면을 때림으로써 그 안에서 영상이 만들어지도록 특별히 만들어진 진공관이며, 대부분의 텔레비전 수상기, 데스크탑 컴퓨터들이 디스플레이 장치로 사용하고 있다.

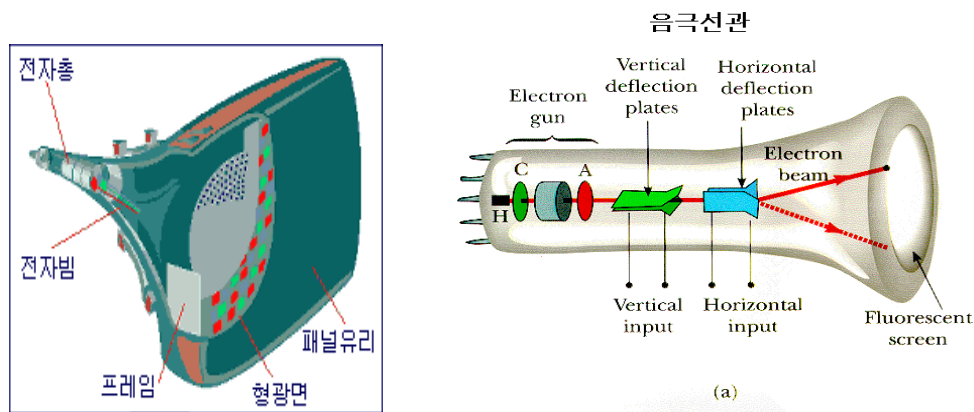
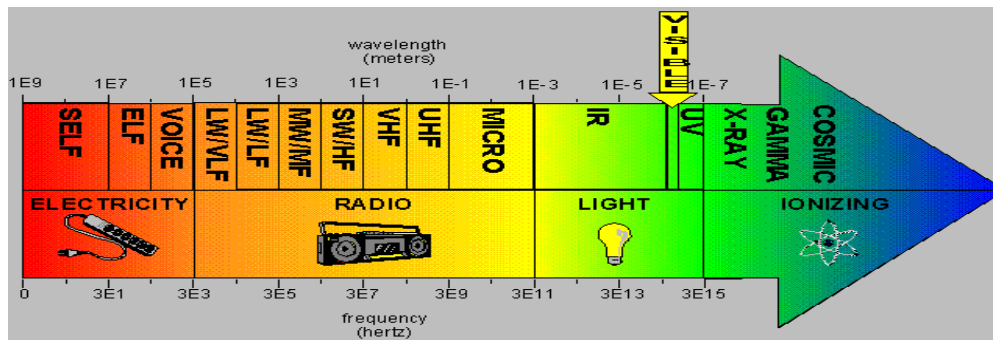


그림 2. 음극선관(CRT)의 원리

그림2에서 보는 바와 같이 음극선관은 몇 개의 기본적인 요소로 구성되어 있다. 전자총은 정밀한 전자빔을 만들어 낸다. 양극은 전자들을 가속시키는 역할을 하며, 편향코일들은 전자빔의 방향을 일정하게 조정하기 위한 극저주파(ELF ; extremely low frequency)의 전자기장을 만든다. 빔의 강도는 달라질 수 있으며, 전자빔은 형광물질이 발라진 스크린에 부딪히면서 아주 작고 밝은 점을 만들어 낸다. 요즘에는 거의 모든 CRT들이 컬러색상 이미지를 표현하며, 이러한 장치들은 빨강, 초록, 그리고 파랑의 원색을 위해 세 개의 전자총을 가지고 있다. 노트북컴퓨터의 경우에는 액정화면(LCD ; liquid-crystal displays)을 사용하는 것이 보통인데, 이것은 CRT와는 아주 다른 기술이 사용된다. 현재 LCD에 많이 사용되는 TFT(thin film transistor) 기술로 만들어진 디스플레이 화면은 노트북이나 랩탑 컴퓨터에 보편적으로 사용되는 액정화면으로서, 각 픽셀마다 하나씩 트랜지스터를 가지고 있다. 각 픽셀마다 트랜지스터를 가지고 있다는 것은, 픽셀에 빛이 나게 하는데 보다 적은 전류를 소모하며, 매우 빠르게 끄고 켤 수 있다는 것을 의미한다.

- X-ray
- Ultraviolet(UV)
- Infrared(IR)
- Radiofrequency(RF)
- Extremely Low Frequency(ELF)
- Electrostatic fields
- Ultra Sound



ELECTROMAGNETIC RADIATION SPECTRUM AND RELATED TLVs®												
Non-ionizing Radiation											Ionizing Radiation	
Region	Sub-Radiofrequency		Radiofrequency	Microwave	Infrared			Light	Ultraviolet			X-ray
Waveband	ELF				IR-C	IR-B	IR-A		UV-A	UV-B	UV-C	
Wavelength	1000 km	10 km	1 m	1 mm	3 μm	1.4 μm	760 nm	400 nm	315 nm	280 nm	180 nm	100 nm
Frequency	300 Hz	30 kHz	300 MHz	300 GHz								
Applicable TLV®	Sub-Radiofrequency		Radiofrequency and Microwave			Light and Near Infrared			Ultraviolet			Ionizing Radiation

그림 3. 이온화 방사선 및 비 이온화방사선의 종류 및 TLV 기준설정을 위한 분류

VDT의 음극선관(CRT)은 흑백인 경우 11~18 kV에서, 컬러인 경우 25 kV이상에서 작동된다. 컬러는 물론 흑백 같은 높은 전압에서는 X-ray를 방출하는 것으로 알려져 있으며 또한 정전기장이 형성된다. CRT안에 코팅된 phosphor에 전자빔이 충돌하여 시각적 이미지가 나타나는데 이때 near-UV와 near-IR이 방출될 수 있다.

RF는 horizontal deflection system을 제어하는 flyback transformer(15~20 kHz)에 의해 주로 방출된다. ELF(0~500 Hz)도 화면에서 방출되는데 주로 vertical deflection system 및 전자기장의 변조(modulation)와 관련되어 발생한다.

VDT에서 마이크로파는 발생하지 않는다. VDT에서 발생하는 최고 주파수

는 30 MHz로 마이크로파(300 MHz~300 GHz)보다 훨씬 아래다. 초음파(15~20 KHz)도 flyback transformer와 관련하여 발생할 수 있으나 이는 전자기 방사선이라기보다는 소리에 관한 것이며 잘 제어된다.

그림 3에 나타난 여러 가지 방사선문제 중에서 건강상영향과 관련하여 가장 관심을 갖는 것이 X-ray와 전자기장이다.

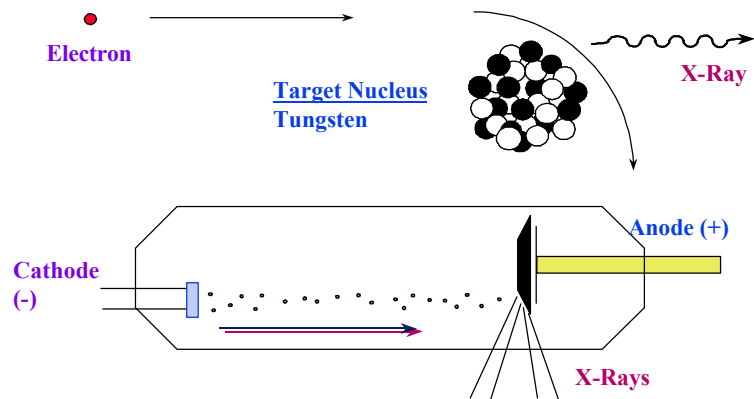
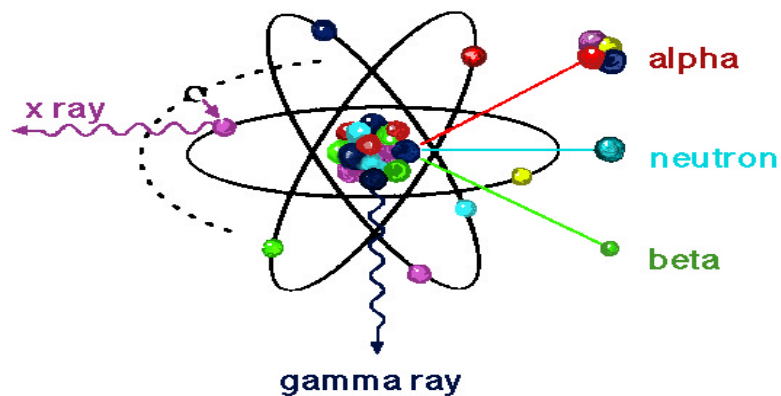


그림 4. X-ray의 발생

2. 건강과의 관련성

VDT작업에서 나오는 방사선으로 인한 건강문제는 주로 다음의 세 가지에 초점을 맞추어 연구되어졌다.

(1) 눈에 대한 영향 : VDT 작업으로 인해 백내장이 걸릴 수 있다는 주장이 제기되었다.

(2) 생식에 대한 영향 : VDT 작업으로 인해 자연유산, 결손아, 사산의 위험성이 주장되었다.

(3) 피부발진 : 주로 볼에 발진이 생겨 심각하지는 않지만 가려움증, 약한 홍반, 피부가 약간 벗겨지나 자고 나면 증상이 없어진다는 보고가 있었다. NIOSH의 연구결과에 의하면 이에 대해 자각증상을 주장하는 사람에 대한 명확한 의학적 결과는 없다고 하였다.

동물 또는 인체에 대한 조사에서 방사선에 과도하게 노출되면 위의 세 가지 문제가 발생한다는 것은 뚜렷하다. X-ray, UV, RF/Microwave는 백내장을 일으킬 수 있다. X-ray, RF/Microwave는 결손아 및 사산을 증가시킬 수 있다. 최근의 연구결과에 의하면 ELF의 자기장도 배아독성(embryotoxic)이 있는 것으로 밝혀졌다. UV, IR, X-ray에 피부가 노출되면 위와 같은 건강영향이 나타난다.

그러나 실제로 VDT 작업에서 발생하는 방사선량으로 인해 위에 언급한 건강영향에 대한 과학적 근거가 있는가? 결론적으로 말하면 VDT에 의한 위의 영향은 아직 밝혀지지 않고 있다. 1996년 미국 NRC(National Research Council)에서는 EMF로 인해 암발생, 생식장애, 생장이상, 학습능력저하, 행동장애를 일으킨다는 뚜렷한 증거가 없다고 했다. 또한 VDT에서 방출되는 저주파 및 고주파의 수준에서는 위험성이 없다고 보는 것이 일반적인 견해이다. 표 2는 NIOSH에서 조사한 결과표의 요약이고, 표 3은 관련방사선에 대한 기준이다.

최근에 사용이 증가하고 있는 평면화면은 고전압을 걸어주는 음극선관을 사용하지 않기 때문에 전자기장이 훨씬 약하다고 보고되고 있다.

표 2의 NIOSH의 결과에 의하면 X-ray는 배경수준이하이다. 다른 방사선

모두 ACGIH기준 이하이다. 따라서 현재까지 알려진 바에 의하면 VDT 작업으로 인한 방사선의 방출은 매우 낮은 수준이고, 다양한 역학조사 결과도 뚜렷한 건강상 영향에 대한 증거를 제시하고 있지 못하다.

그러면 VDT 작업을 한평생(20~30년 이상)할 때의 건강상 영향은 없을까? 현재 설정된 방사선에 대한 기준은 적절한 역학조사나 장기간의 동물실험 결과에 의한 것인가? 이온화 방사선에 대해서는 그렇다고 할 수 있지만 대부분의 다른 비이온화 방사선에 대한 기준의 설정배경은 그렇지 못하다. 따라서 비이온화 방사선에 장기간의 노출에 대해 많은 조사와 건강상 영향이 더 알려져야 한다.

만일 VDT 작업으로 인한 방사선 문제는 여기에 그치지 않고, 다음과 같은 경우에 더 높은 노출을 가정할 수 있다.

- VDT가 이상이 있을 경우 방사선이 많이 방출되지 않을까?
- 내 VDT가 다른 것보다 더 많은 방사선을 방출할 수 있지 않을까?
- VDT가 노후화 되면 더 많은 방사선을 방출할 수 있지 않을까?
- VDT가 한 대 있는 것보다 여러 대 있는 곳에서 일할 때 더 많은 방사선에 노출될 수 있을까?

VDT가 이상이 있을 경우 방사선 방출이 높아질 수 있다. 미국 FDA에서 음극선관의 이상으로 CRT의 전압이 올라감에 따라 X-선 방출이 증가함을 증명하기도 하였다. 그러나 심각한 이상이 있는 경우 화면이 잘 보이지 않아 사용할 수 없어 수리나 교체되게 됨으로 장기간 노출될 가능성은 약하다. 또한 VDT 자체가 정교한 기기이고 일정한 정격기준을 만족시켜야 하기 때문에 과다한 전압의 상승으로 인한 방사선의 과다 노출가능성도 적어 보인다. NIOSH의 연구결과에 의하면 제조회사 또는 모델에 따라 방사선 방출의 차이가 크지 않은 것으로 조사되었다. 또한 노후화에 의하거나 여러 대가 한 사무실에 동시에 있을 때도 크게 노출수준이 올라가지 않는다고 하였다.

Table 2. Summary of Maximum Radiation Levels and Number of VDT Surveyed by NIOSH

EMR Region	X-ray	UV	Visible	IR	RF	
					E-field	H-field
No of VDT	286	141	163	5	208	208
Maximum Measured Values	0.3 mR/hr	0.65 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	250 fL	ND	5000 V^2/m^2	0.09 A^2/m^2

Table 3. TLVs for Occupational Radiation Exposure by ACGIH(2002)

Ionizing Radiation (X-ray included)	◎ Effective Dose	
	a) in any single year	5 rem(50 mSv)
	b) averaged over 5 years	2 rem/yr
	◎ Annual Equivalent Dose to	
	a) lens of the eye	15 rem
	b) skin	50 rem
	c) hands and feet	50 rem
	◎ Embryo-Fetus exposure once the pregnancy is known	
	· Monthly equivalent dose	0.05 rem
	· Dose to the surface of women's abdomen(lower trunk)	0.2 rem for the remainder of the pregnancy
Magnetic Field (Static)	· Whole body	60 mT-TWA, 2T-Ceiling
	· Limbs	600 mT-TWA, 5T-Ceiling
Sub-RF Magnetic Field (30 kHz 이하)	1~300 Hz(ELF)	$B_{TLV} [mT] = \frac{60}{f [Hz]}$
	300 Hz ~ 30 kHz	160 A/m-Ceiling
Sub-RF Electric Field (30 kHz 이하)	0~100 Hz	25 kV/m
	100~4 kHz	$E_{TLV} [V/m] = \frac{2.5 \times 10^6}{f [Hz]}$
	4~30 kHz	625 V/m
UV (near UV) (눈보호)	10 ³ 초(약 16분) 이내일 경우	<1 J/cm ²
	10 ³ 초를 초과할 경우	<1 mW/cm ²

참고) 자기장의 표시: mA/m, G(gaus), T(Tesla)

1 mG= 1000 μ G= 80 mA/m, 1mT= 1000 μ T= 800,000 mA/m

1mT=10,000 mG, 전기장의 표시 : V/m

3. 방사선 노출에 대한 결론

VDT에서 방출되는 방사선 수준은 현재까지 알려진 지식에 의하면 기준에 비해 매우 낮은 수준이며, VDT 작업자에게 건강상 위험성을 주지 않는다. VDT 방사선과 관련되어 그동안 의심되었던, 백내장, 유산, 피부발진에 대한 과학적 증거는 발견되지 않았다. 그러나 현재도 전자기장에 대한 노출평가와 건강상 영향에 대한 연구는 지속되고 있다.

4. VDT의 전자기장 측정

VDT 전자기장 측정시 많이 사용되는 HI-3603(Holaday Inc)을 중심으로 설명한다.

(1) VDT 전자기장의 특성

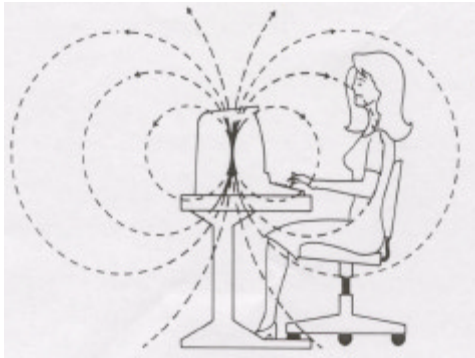
VDT작업으로 인해 생기는 전자기장의 특성은 다음과 같다.

1. 전기장의 특성

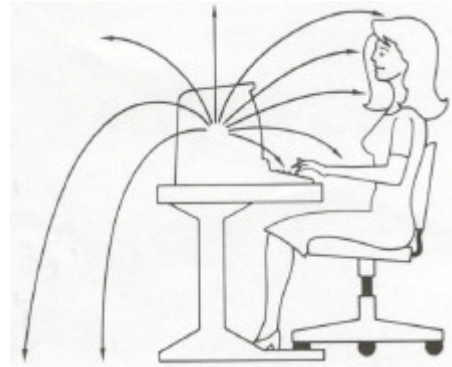
- 전기장은 VDT 작업자의 표면에 수직으로 형성된다.
- 작업자가 접지 역할을 하므로 전기장은 작업자에게서 멈춘다. 따라서 VDT 작업자는 전기장의 측정시 방해효과를 미칠 수 있다.
- 가장 강한 전기장의 구성성분은 전기장과 수직으로 노출된 신체의 표면이다.
- 작업자의 전기장 노출을 측정할 때는 발생 전기장선과 수직이게 원형 디스크 센서를 위치시킨다.
- VDT 근처에서 발생하는 전기장에 작업자의 신체가 방해효과를 주므로 전기장 평가시 작업자의 근접성이나 근처 물체가 영향을 줄 수 있다.

2. 자기장의 특성

- VDT에 의해 형성된 자기장은 작업자 신체에 의한 영향을 받지 않는다.(신체는 본질적으로 자기적 성질이 없음)
- VDT 앞에서 자기장 측정시 최대값을 읽으려면 수직으로 편향된 자기장선이 원형 디스크의 루프 구멍을 통과하도록 패들(디스크)를 수평으로 위치시켜야 한다.



(a) 자기장의 형성



(b) 전기장의 형성

그림 5. 컴퓨터작업에서 전자기장의 형성

(2) 전자기장의 측정 센서

전기장의 측정센서는 'Displacement Current Sensor'로 두개의 원형 디스크가 가운데 약간의 공간을 두고 떨어져 있다. 이때 큰 디스크가 기준전극이므로 작은 디스크가 전기장에 닿도록 센서의 방향을 위치시키면 전기가 흐르고 있는 두 개의 평평한 이 디스크는 전극의 역할을 하는데 이것이 전기장에 있으면 Displacement current(위치 전류)가 흐르게 된다. 전기장이 없을 때는 두 판사이의 전위차가 없어 전기장이 '0'이 된다. 전기장 속에서는 두 전극 사이의 전하의 재배치가 일어나 두 판 사이에 전류가 흐르게 되는 것이다.

자기장의 측정센서는 전기장을 측정하는 원형 디스크의 주변을 3바퀴 감은 루프가 센서역할을 하는데 이 루프는 정전기의 영향을 받지 않도록 차폐되어 있어 자기장의 영향만을 받는다.

측정시 전기장은 외부의 물체나 작업자 또는 측정자의 존재에 의해 영향을 받으나 자기장은 영향을 받지 않는다.

(3) VDT 방출과 작업자 노출특성

VDT의 전자기장 방출특성(작업자의 노출을 보는 것이 아니고 VDT의 전

자기선 방출특성을 보기 위한 것)을 보기 위해서는 외부 방해인자의 간섭을 최소화하는 것이 좋다. 따라서 이때는 작업자가 없는 상태에서 측정(특히 전기장)한다. 일반적으로 방출 특성을 보는 위치는 대개 모니터 앞 30 cm로 한다. (간혹 50 cm, 100 cm도 사용됨)

문헌상 보고된 VDT 방출특성은 좀더 재현성 있는 측정을 하기 위해 고정된 화면 조건일 때 측정한다. 예를 들어 스크린에 커다랗게 E 또는 M 자로 하고, 밝기(brightness)와 대조(contrast)를 최대로 하여 측정하는데 꼭 그렇게 하지 않아도 별 차이가 없다는 보고도 있다. 어떤 VDT종류는 밝기와 대조에 따라 전기장에 미치는 효과가 다를 수 있다.

전자기장 측정시 거리에 따라 측정치가 다르므로 거리를 일정하게 한다. 거리가 가까울수록 에너지가 커지며 특히 자기장이 더 그러한 영향을 많이 받는다. 따라서 재현성 있는 자료를 얻으려면 삼각대를 이용하여 측정한다.

전기장 측정시 측정자가 손을 잡고 측정할 때는 측정자에 의한 방해효과를 줄이려면 비전도성 손잡이를 이용한다. 자기장을 측정할 때는 인체의 영향을 받지 않으므로 전기장을 측정할 때보다 다소 쉽다. 대개 패들(디스크)중央이 VDT와 30 cm 떨어지게 하여 측정기의 LCD 스크린이 위쪽을 향하도록 한다.

작업자의 노출특성을 측정할 때는 대개 비 전도성 손잡이를 잡고 측정한다. 작업자에 미치는 전기장의 세기는 신체의 표면적과 VDT에 대한 작업자의 자세(Geometry), 다른 물체에 의한 영향을 받으므로 주의하여야 한다. 작업자의 노출 특성을 가장 정확하게 측정하는 것은 조사자가 손잡이를 잡고 작업자의 몸에 대고 측정하는 것이다. 그런데 몸매가 아주 밀접하게 대면 읽을 수가 없다. 이 경우 다음 두 가지 방법이 사용된다.

- LCD 스크린을 가까스로 읽을 정도로 작업자의 몸에서 약간 떼는 방법
- Remote control을 사용하는 방법(작업자가 측정기를 들고 있고 조사자는 Remote control로 읽는다.)

자기장 측정시는 sensor 디스크(패들)의 중央이 작업자 위치에 있도록 작업자는 약간 뒤로 물러 앉아 측정하면 된다.

참고로 HI-3603은 측정범위가 전기장 1~1999 V/m, 자기장 1 ~ 1999 mA/m이며 0점 조절이 필요 없다.

Table 4. Possible sources of electromagnetic field at VDT works

Field	Primary Source	Note
AC(60 Hz) field	Power supply	
Modulated DC fields	Acceleration of the electron beam to CRT screen	
60/50 Hz Fields	Current flowing in the vertical deflection coil (ELF radiation)	100~200 m A/m 5~60 V/m 가전제품과 비슷한 크기의 전자기장 방출
Deflection System Fields	Flyback transformer circuitry (Horizontal deflection of the electron beam and reuturn) 17~30 kHz	수 V/m~ 수십 V/m 수 mA/m~수백 mA/m HI-3603은 beam deflection과 관련한 전자기장 측정
BroadBand RF Fields	Digital electronics in the computer 1~20 MHz	대개 0.01 V/m 이하

Part III. VDT 작업과 조명

VDT 사무실의 조명은 서류와 화면을 볼 정도가 되어야 한다. 그러나 너무 밝으면 휘광과 불쾌감을 준다. VDT 사무실의 조명을 언급할때는 다음 세가지를 고려하여야 한다.

- 빛의 양 (Amount of Light)
- 광도 대비(Contrast of Light with Environment)
- 휘광(Glare)

1. 조도와 관련된 용어 및 단위

(1) 조도(照度; Illuminance, 조명; Illumination)

- 어떤 면이 받는 빛의 세기를 나타내는 양.
- 단위

lux(lx) : 1m^2 의 넓이에 1 lm(루멘)의 광속(光束; luminous flux)이 균일하게 분포되어 있을 때의 면의 조도, 즉, 1cd(칸델라)의 점광원으로부터 1m 떨어진 곳에 있는 광선에 수직인 면의 조명도가 1lx이다. $1\text{ lx} = 0.1\text{ fc}$ (정확히는 0.0929fc)

footcandle(fc) : 1 ft^2 의 넓이에 1 lm(루멘)의 광속(光束)으로 균일하게 비출 때의 조도. $1\text{ fc} = 1\text{ lm/ft}^2 = 10.764\text{ lx}$

· 야외의 조도는 2000~100000 lux 정도 되며 야간 인공조명등은 50 ~500 lux정도이다.

참고 1)

· 루멘 [lumen] : 광속(光束)의 실용단위. 기호는 lm으로 나타내며, 국제단위계에 속한다. 1cd의 균일한 광도의 광원으로부터 단위입체각의 부분에 방출되는 광속을 1lm으로 한다. 전구면(全球面)의 중심에 대한 입체각은 4π 이므로, 1cd의 점광원(點光源)에서 방출되는 전광속(全光束)은 $4\pi\text{ lm}$ (12.57 lm)이 된다.

· 칸델라 [cd; candela] : 광도(光度)의 단위. 1967년 개정된 정의는, 10만 1325Pa(파스칼)의 압력에서 백금의 응고점온도에 있는 흑체(黑體)의 $1/(60 \times 10^4)\text{ m}^2$ 의 표면에 수직인 방향의 광도를 1cd라 하는데, 이것을 신촉(新燭)이라고도 한다. 이전에 쓰이던 광도의 단위인 1축은 1.067cd이다.

참고 2) Inverse Square Law

물리적인 에너지 강도(intensity)는 거리의 제곱에 역비례한다는 법칙, 방사선, 조도, 소리 등이 모두 이 법칙을 따른다.

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

I : Intensity, d: distance

(2) 광도 [光度, luminous intensity]

· 점광원(點光源)이 내는 빛의 세기를 나타내는 양.

광원으로부터 어떤 방향을 향해 단위입체각(單位立體角)¹⁾ 안에 방출되는 광속(光速)의 크기에 따라 광원의 그 방향에서의 광도가 결정된다. 이를테면 광원으로부터 단위거리만큼 떨어져 빛의 방향에 수직으로 놓인 면의 밝기, 즉 면의 단위면적을 단위시간에 통과하는 빛의 양을 말한다.

단위 : 1cd는 백금이 녹는점에서 1cm²당 흑체가 내는 광도의 1/60이다²⁾.

촉(candle) : 광도(光度)의 예전 단위. 1촉=1국제촉=1.018 cd.

(4) 광속발산도(Luminance)

단위 면적당 표면에서 발산되거나 방출되는 빛이 양으로 점광원일 때 광도를 사용하고, 점이 아닌 일정한 표면일 때 광속발산도를 사용한다. 휘도는 광속발산도의 주관적인 척도이다. 따라서 우리가 어떤 물체의 밝기를 얘기할 때는 이 광속발산도를 의미하는 것이다.

실내의 조명수준을 높인다고 해서 광속발산도(또는 휘도)가 반드시 높아지는 것은 아니다. 물체가 빛을 많이 반사하지 않는다면(예, 어두운 색의 카펫),

1)스테라디안 : 구 중심을 원점으로 그 구의 반경을 한변으로 하는 정방형의 면적과 같은 면적을 그 구의 표면상에서 절취한 입체각

라디안 : 호도(弧度)라고도 한다. 기호는 rad. 주로 이론상의 연구에 사용된다. 반지름 r인 원에서 원주상에 길이 r인 원호(圓弧)를 잡았을 때의 중심각의 크기를 1라디안 또는 1호도라 한다. 따라서, 원을 일주(一周)하는 각도 360° 는 2π 라디안이고, 반원의 각도 180° 는 π 라디안이다.

2) KS 규격(SI 규격)에서 칸델라는 진동수 540 x 10¹² 헤르츠인 단색광을 방출하는 광원의 복사도가 어떤 주어진 방향으로 때 스테라디안당 1/683와트일 때 이 방향에 대한 광도이며, 그 기호는 “cd”로 한자로 규정되어 있음.

빛이 물체에 많이 들어와도 밝게 보이지 않는다. 따라서 광속발산도(또는 휘도)는 물체에 들어오는 빛의 양과 반사율에 의해 결정되게 된다.

· 단위 : cd/m^2

$$1 \text{ cd/m}^2 = 0.292 \text{ fL(foot Lambert; ft L)}$$

$$1 \text{ ft L} = 3.5 \text{ cd/m}^2$$

(4) 휘도 [輝度, brightness]

일정한 넓이를 가진 광원 또는 빛의 반사체 표면의 밝기를 나타내는 양(量). 관측자가 본 그 물체의 겉보기의 단위 면적당 광도(光度)로 나타내고 스틸브(stilb:기호는 sb) 또는 니트(nit. 기호는 nt)라는 단위를 쓴다. 1km^2 당 10^4cd (칸델라)를 1sb로 친다. 예를 들면 태양면의 휘도는 1만 5000sb, 월면의 휘도는 0.25sb, 전구 필라멘트의 휘도는 150~200sb 정도이다. 즉, 광원의 퍼짐이 관측 거리에 비해서 무시할 수 없을 만큼 크고, 점광원으로 볼 수 없는 경우에는 광도 대신 휘도(輝度)라는 양을 쓴다.

(5) 회광(glare)

회광(glare)이란 눈부심을 주는 빛으로 휘도의 분포가 일정하지 않아서 생긴다. 이는 시야내에서 눈에 성가신 느낌과 불편감을 주고 시성능과 가시도를 저하시킨다. 회광은 직사회광(direct glare)과 반사회광(reflect glare)으로 구분하는데 VDT 화면에서는 반사회광이 더 문제가 된다. 직사회광은 시계내에서 광원에 의해(VDT 사무실에서 직사회광은 창문을 통해 들어오는 햇볕과, 천정 위의 광원임), 반사회광은 표면에서 반사되는 빛에 의해 일어난다. VDT 사무실에서 반사회광은 조명시설 같은 밝은 물체의 빛이 광택이 있는 표면이나 마루바닥, 책상, VDT 화면을 통해 반사되어 눈으로 들어올 때 생긴다.

반사회광은 화면에 물체의 형상이 뚜렷이 반사되는 '거울반사'형태가 있고(예, VDT 화면에 키보드가 비치), 화면전체가 뿌옇게 보이는 '확산반사'가 있다. 확산반사는 VDT 화면 유리를 투과한 빛이 CRT 안쪽의 Phosphor layer에서 반사되어 나온 것으로 배경을 밝게 하는 특성을 가진다. 일반적으로 '거울반사'와 '확산반사'가 같이 일어나는데 이때 화면의 배경과 문자의 대비가 현저히 떨어지게 된다.

물체의 식별력을 감소시키는 회광을 'disability glare'라고 하고, 불쾌감이나 성가

심을 주는 휘광을 'discomfort glare'라고 부르기도 한다. 전자의 예로는 자동차 전방의 헤드라이트 빛이 있고, 후자의 예로는 거울을 통해 보이는 천정의 전등빛으로 눈의 피로를 주는 경우가 있다.

(6) 반사율(reflectance)

· 빛을 받는 평면에서의 들어오는 빛과 반사되는 빛의 비로 대개 %로 표시
완전히 검은 평면은 0에 가깝고 흰색은 100에 가깝다.

$$\text{반사율}(\%) = \frac{\text{광속발산도}[\text{ft L}]}{\text{footcandle}} \times 100 = \frac{\text{cd/m}^2}{\pi \text{ lux}} \times 100$$

(7) 광도대비(luminance contrast; 휘도대비)

어떤 사물(표적)의 배경에 대한 밝기 차이

$$\text{Contrast} = \frac{L_0 - L_B}{L_B}$$

L_0 : Luminance of the target, L_B : luminance of the background

(8) 직접 조명과 간접조명

직접조명이란 어떤 대상(표적)에 90 % 이상의 빛이 콘(cone)형태로 직접 보내는 것을 말한다. 간접조명이란 빛의 90 % 이상이 천정이나 벽으로 보내어 되돌아오게 하는 조명을 말한다. 간접조명은 빛을 확산시켜서 그림자가 생기지 않게 한다. (나한테 들어오는 빛이 직접조명인지 간접조명인지 빨리 식별하는 방법은 관심표면위에 손이나 책을 넣어 그림자가 뚜렷이 생기면 직접조명이고 그림자가 지지 아니하면 간접조명이 우세하다고 할 수 있다.)

2. VDT 작업장의 조명

VDT 작업장의 조명은 일반 사무실에 비해 어둡게 하는 것을 추천한다. 책을 읽을 정도 되려면 보통 500~700 lux를 추천하지만 VDT 작업은 이 수준

의 1/2~1/3수준이면 족하다. 그러나 VDT 작업도 작업내용에 따라 다음 표 5와 같이 조명수준을 달리한다.

Table 5. Recommended illumination levels at VDT workstations

Working condition	Illumination levels(lx)
Conversational tasks with well printed source documents	300
Conversational tasks with reduced readability of source documents	400~500
Data entry tasks	500~700

VDT 작업대의 광도대비도 중요한데 특히 VDT 화면과 서류의 광도대비가 크지 않아야 한다. 대개 화면이 어둔 바탕에 밝은 글씨일 때 서류와 화면과의 대비는 10:1이하로 할 것을 추천한다. 화면이 밝은 바탕에 어둔 글씨일때는 화면의 광속발산도가 50~100 cd/m²이 되기 때문에 광도대비가 작아져 별 문제가 되지 않는다.

조명시설, 창문, 밝은 표면 등과 관련한 VDT의 위치가 매우 중요하다. 그림 7은 작업자의 뒤에 있는 조명이나 전방의 조명으로 인해 반사광이 비치는 좋지 못한 예를 보여주고 있다. 작업자 뒤쪽의 광원은 작업자에게 반사 휘광(reflected glare)을, 작업자 앞의 광원은 작업자에게 직사 휘광(direct glare)을 준다. 창문도 광원과 비슷하게 작용한다. 작업자가 창문을 마주보고 있는 경우 작업자 앞의 창문은 직사휘광을, 뒤쪽에 창문이 있는 경우는 반사휘광을 준다. VDT 작업실은 창문이 한면이나 평행한 두면에 있는 것이 바람직하다.

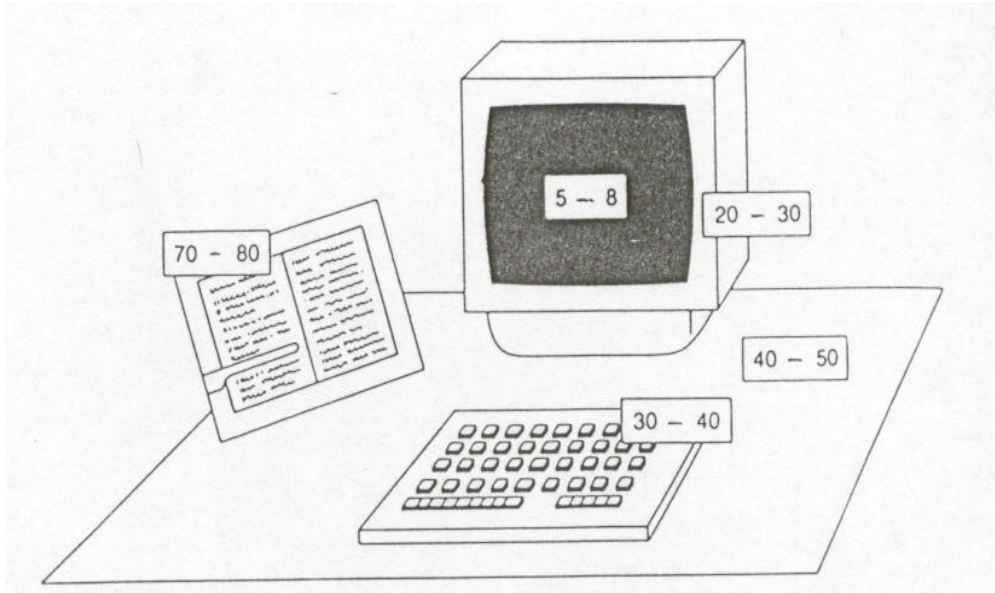


그림 6. 컴퓨터 화면이 어두운 배경일 때 주위 환경과의 반사율

또한 작업자 바로 위에 있는 조명시설은 글씨가 번져 보이고, 흐릿하게 함으로 좋지 않다. 따라서 조명시설 및 창문은 그림 8처럼 작업자-화면축과 평행하게 설치하는 것이 좋다.

VDT 사무실에 창문이 2개 이상인 경우나 낮에 햇빛이 많이 들어올 경우 창문에 커버가 필요할 경우가 있다. 밤에도 커버를 하는 것이 좋은데 이는 내부의 조명시설이 창문에 비춰져 다시 반사광을 주기 때문이다. 대개 블라인드, 버티칼 또는 커튼을 사용하는데 반사율이 50 % 정도가 적당하다.

사무실의 조명시설은 그림 9처럼 작업자를 비껴서 45° 위에 있는 것이 좋다. 너무 수평위치에 있게되면 화면에 직접 비춰 반사를 하게 된다.

VDT 사무실은 일반 사무실보다 어둡게 하여야 한다고 했는데 이 경우 서류가 잘 안보이면 국소조명 시설을 갖춰야 한다. 이때 주의할 점은 국소조명 시설이 다른 작업자를 방해해서는 안된다.

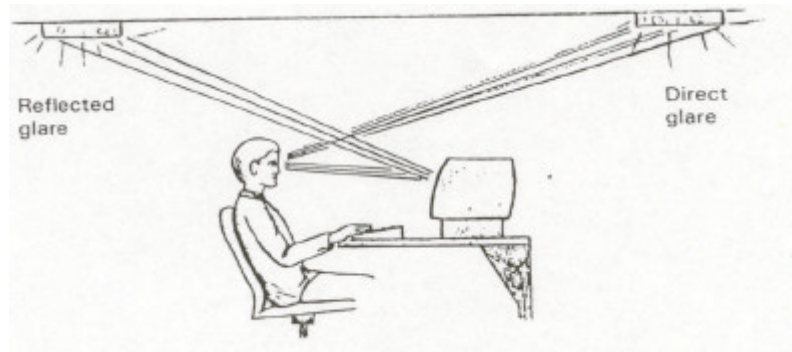


그림 7. 작업자의 후방과 전방의 광원과 휘광

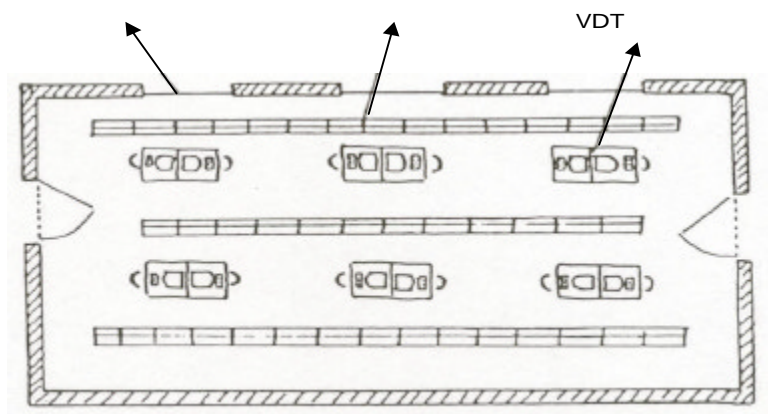


그림 8. VDT 작업대와 조명시설, 창문과의 위치

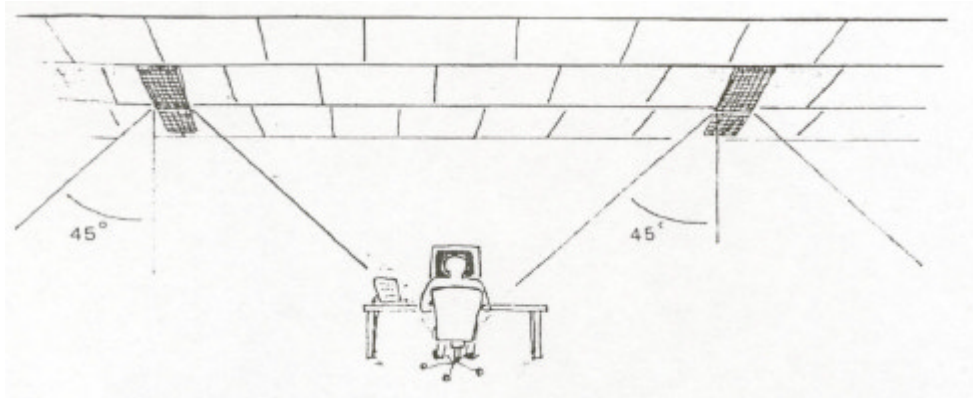


그림 9. VDT 사무실에서 조광시설과 작업위치

표 5. 휘광을 줄이기 위한 방법들

휘광 감소대책
○ 휘광을 감소 대책 · 조명등 일부분을 꺼 놓는다. (일반사무실을 VDT 사무실로 사용하는 경우 형광등을 하나건너 하나씩 꺼 놓는다) · 작업대를 무광택 혹은 휘광이 없는 표면처리를 한다. · 컴퓨터 가까이 있는 창문에 블라인드나 커튼을 한다. · 천정의 광원에 그리드나 볼록형 디퓨저를 달아 빛을 확산시킨다. · 모니터를 약간 앞쪽으로 기울여 본다.(특히 머리위의 광원으로 인한 휘광이 문제가 될 때 효과적이다.) · 햇빛이나 천정의 빛이 직접 화면에 들어오지 않도록 작업대의 방향이나 위치를 재조정한다. · 화면앞에 휘광 필터를 부착하여 본다. · 너무 밝은 색이나 반사가 심한 옷을 입지 않는다. 특히, 상의는 중간에서 어두색이 좋다. · VDT 사무실을 칸막이를 이용하여 분리하는 경우, 시야에 직사광선이 들어오지 않도록 칸막이의 배치를 고려한다. ○ 후드 및 필터 · 모니터 위에 간단히 후드를 설치하여 직접 들어오는 빛을 차단하여 휘광을 줄일 수 있다. 상품화 된 것을 사용하던지 아니면 무광택의 박스 등을 이용해도 된다. · 필터는 경 유리, 플라스틱, 직조망(mesh) 형태가 있다. 대부분의 필터는 방출되는 빛보다는 반사휘광을 줄여줌으로서 화면의 광도대비를 증가시킨다. 필터가 휘광을 줄여주는기는 하지만 글자를 잘 안보이게 하고 필터에 긁힌 자국이나 손때가 묻으면 번져 보인다. 따라서 필터를 이용하는 방법은 최종적으로 고려하는 방법이다. - 경유리제품은 반사억제 코팅이나 편광을 이용해 휘광을 감소시킨다. 그러나 경유리제품은 화면과 필터사이에 공간이 생겨 먼지가 끼여 반사가 더 되는 경우가 있다. 일반적으로 화면에 가까울수록 좋다. ‘neutral density filter’는 화면의 phosphor layer에서 반사되는 확산 반사를 줄여준다. 이는 외부 빛이 화면을 통하여 phosphor layer로 들어갈 때 차단하고, 또 phosphor layer에서 나올 때도 차단한다. 이 제품의 표면에 코팅을 하면 확산반사로 인한 휘광뿐 아니라 ‘거울반사’로 인한 휘광도 차단한다. - 메쉬형도 ‘거울반사’와 ‘확산반사’를 차단해 주는데, 작은 그물망이나 벌집 구조의 나일론 섬유로 되어 있다. 이 필터는 화면으로 밝은 직사광선이 들어올 때 효과적이다. 그러나 화면의 이미지를 흐리게 하는 단점이 있다.

Table 6. Display characteristics for relieving eyestrain of VDT worker

특성	설명
Character Contrast (글자의 대조비)	· 글자-배경의 대조비를 어느 정도 크게 한다. · 화면의 반사를 줄여야 한다.(사무실의 조명수준을 낮게 하여 줄이는 것이 바람직하며 화면보호기는 문자의 선명성이나 밝기를 감소시키므로 최종적으로 고려)
Character Sharpness (글자의 선명성)	· 번짐 현상이 있으면 초점을 맞추기 위해 눈의 긴장을 유발하므로 좋지 않다. · 휘광, VDT의 노후화, 깜박임 현상, 문자가 너무 밝은 경우에 생김
Character Design	· 너무 작은 글씨, 이상한 폰트, 촌촌한 글씨는 좋지 않다.
Image Stability	· 초기 VDT는 문제가 되었으나 최근의 VDT 기술의 발달로, VDT 자체의 깜박임과 번짐 현상이 잘 제어된다.
Color	· 가시광선의 양극단 색(빨강, 파랑)은 녹색, 노랑, 흰색보다 보기가 편하지 않다. · 한 화면에 너무 많은 컬러를 사용하거나 가시광선의 양극단색을 동시에 사용하면 번짐 현상을 느낀다.
Image Contrast Polarity	· 밝은 화면에 어두운 글씨가 나온가, 어두운 바탕에 밝은 글씨가 나온가에 대해서는 논란이 지속되고 있다. · 중요한 것은 화면의 밝기와 시야안의 다른 물체의 밝기를 가능하면 비슷하게 하여야 한다.(문서작업을 할 때는 밝은 화면에 어두운 글씨를 추천)
Lighting	· 일반사무실보다 어둡게 한다. · 반사광, 휘광을 줄인다.

Part IV. VDT작업의 인간공학적 설계- 근골격계 증후군의 예방

다음은 VDT작업과 관련하여 사무실의 새로운 설계를 하거나 기존 VDT작업을 평가할 때 고려하여야 할 점을 항목별로 설명한 것이다.

1. 작업공간(Work Area)
· 필요한 작업을 수행하기 위한 충분한 공간을 확보해야 한다. · 자주 사용하는 물건은 작업자 바로 앞에 둔다. · VDT 작업과 아울러 전화를 많이 사용하는 사람은 Headset을 이용한다.
· 주위가 너무 혼란스럽거나 사람이 많지 않게 한다. · CPU나 디스크 드라이브에서 나오는 따스한 공기가 작업자에게 향하지 않도록 한다. · 너무 습도가 높지 않도록(40~60 %)하고, 바닥은 정전기 방지매트나 접지가 되도록 한다.

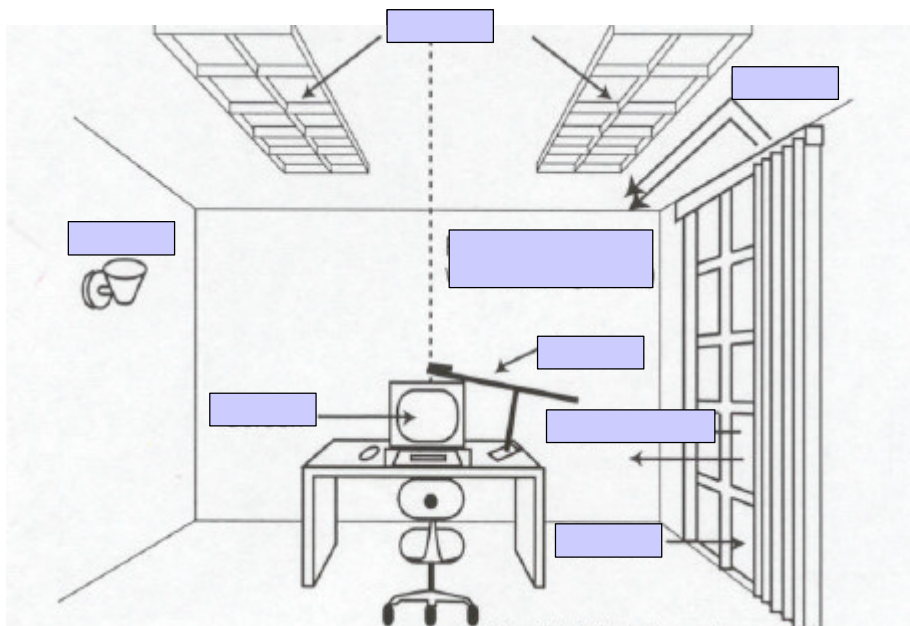


그림 10. VDT 사무실의 배치

2. VDT 책상

VDT 작업에서 손의 역할은 매우 중요하다. 손을 사용할 때 다음의 원칙이 지켜져야 한다.

- 어깨가 편해야 한다.
- 위팔은 몸에 가까이 붙어 있어야 한다.(겨드랑이가 너무 몸과 떨어져 있으면 안된다.)
- 윗팔(upper arm)과 아래팔(forearm)의 각도는 $75\sim135^\circ$ 가 되게 한다.

○ 조절 가능한 책상

· 모니터를 올려놓는 책상과 키보드를 올려놓는 것이 분리된 책상이 좋으며 높이가 조절가능한 것이 좋다. 특히 여러명이 사용하는 컴퓨터인 경우 높낮이 조절여부는 중요하다.

○ 고정 높이 책상

· 높이가 너무 낮으면 요추의 부하량이 증가하고, 높이가 너무 높으면 팔의 각도가 너무 크게 되거나 어깨/목의 근육이 올라가게 되어 긴장을 유발한다.

· 책상의 높이가 고정되어 있을 경우 키보드 지지대(tray)를 따로 부착하여 작업자의 신체에 맞게 (56~71 cm) 한다.

· 의자 높이와 키보드 높이를 조절하여 위팔과 아래팔의 각도가 $75\sim135^\circ$ 가 되게 한다. 그리고 손목이 좌우로 5° 이상 벗어나면 안되며, 위아래로는 10° 이상 굽어져서는 안된다. 모니터의 상단이 눈과 일직선이 되게 한다.

○ 책상 디자인

· 책상윗면은 휘광과 반사를 줄일 수 있는 색상 및 재질로 되어야 한다.

· 가장자리를 둥글게 하거나 경사지게 하여 직각을 피한다.

· 컴퓨터 책상에 유리를 깔지 않는다. 유리는 가장자리가 직각여서 필기를 할 때 팔을 압박하며, 휘광의 문제점이 있다.

· 책상밑의 발을 두는 공간이 비어 있어야 한다. 책상 앞에서 뒤쪽으로 무릎을 위한 공간은 최소 38 cm(43cm가 적당), 발을 위한 공간은 60 cm가 확보되어야 하며, 양 옆으로는 51 cm가 확보되어야 한다.

· 책상은 필요한 물품(모니터)를 올려놓을 정도로 커야 하는데 최소한 70cm의 넓이가 되게 한다.

· 책상의 앞쪽에서 뒤쪽으로의 너비는 눈과 스크린의 거리가 최소한 41cm 되게 커야 한다. 만일 이것이 되지 않으면 벽과 책상을 띄어서 이 거리를 확보한다.

· 만일 책상의 높이가 너무 낮으면 책상을 피어서 사용한다.

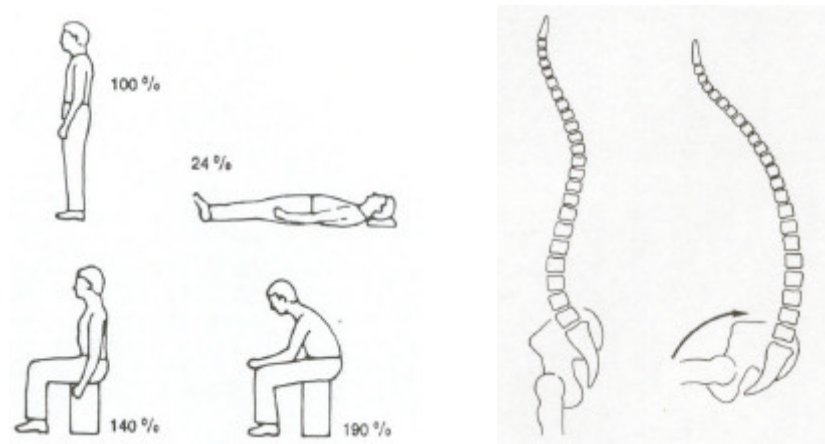


그림11. 여러자세에서의 요추(L3/L4)디스크의 상대부하량(좌)과 척추모양(우)

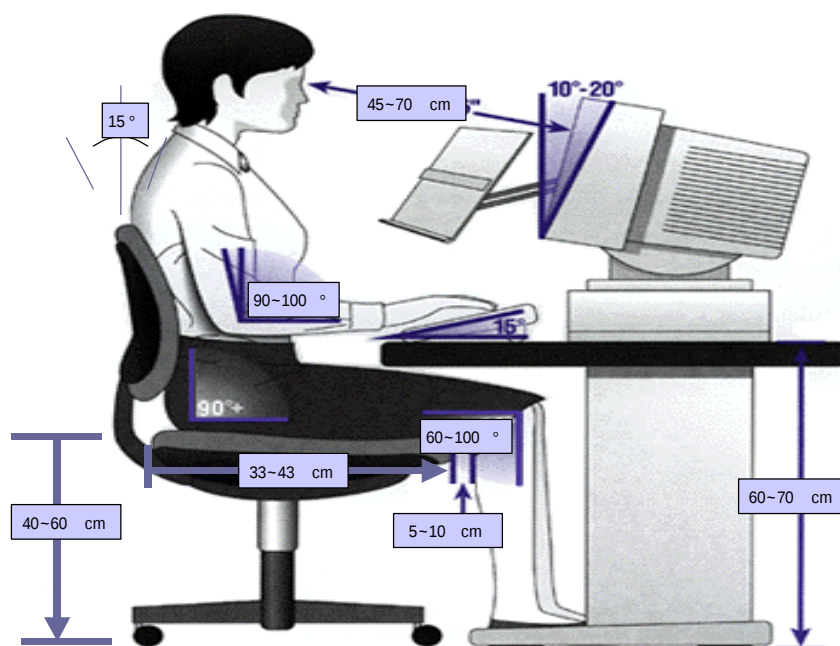


그림 12. 바람직한 VDT 작업 자세.

3. 의자

의자는 조절 가능해야 한다.(한 손으로 가능해야 함)

○ 의자 높이

- 바닥에 발이 편안히 닿고, 등아래(요추부분)가 지지되도록 높이를 조절한다. 이렇게 한 후 책상의 높이를 조절하여야 한다.
- 책상 높이가 조절이 안 되는 것이면 의자 높이를 조절하여 작업이 수월하도록 한다. 이때 발이 바닥에 편하게 닿지 않으면 발판(발 지지대)을 마련한다.
- 이상적인 의자 높이는 무릎뒤의 오금이 엉덩이보다 약간 올라올 수 있도록 하는 것이 좋다. 의자 높이는 최소한 41 ~ 52 cm에서 조절될 수 있어야 한다.

○ 의자 앉는 판(Seat Pan)의 깊이(엉덩이 닿는 부분의 앞뒤 길이)

- 38~43 cm가 되게 한다. 등받이에 등을 기댔을 때 오금이 의자의 앞쪽에 닿지 않아야 한다.
- 이 길이가 너무 짧으면 체중의 부하량이 다른 근육에 옮겨져 장시간 작업시 몸 전체에 부담을 가져온다.
- 이 길이가 너무 길면(엉덩이에서 오금까지보다) 의자 앞 모서리에 오금이 닿아 편안하지 못하다. 그렇게 되면 의자앞쪽에 앉게 되어 등을 등받이에 기대 수 없다.

○ 의자 앉는 판의 넓이

- 의자의 폭이 어느정도 넓어야 한다(40~45 cm). 그러나 너무 넓으면 팔걸이에 팔을 올려놓기가 불편하다.

○ 의자 앉는 판의 지지역할

- 쿠션은 다소 단단한 것이 좋으며 굴곡은 등이 등받이에 잘 닿을 수 있어야 하는데 너무 굴곡이 심한 것은 좋지 않다.
- 의자 앞쪽은 부드럽고 완만하게 경사져 있어야 한다.
- 딱딱하고, 평평한 판은 1시간 이상 앉아서 작업하기에 불편하다.
- 의자의 커버는 다공성이고, 공기가 잘 통하며, 탄력성이 있는 것이 좋다.
- 너무 부드럽고, 쿠션이 강한 것은 의자안쪽에 몸이 너무 들어가 장시간 작업시 엉덩이 근육에 긴장감을 유발한다.
- 판이 너무 미끄러우면 의자 앞쪽으로 몸이 미끌어져 등받이에서 멀어질 수 있으므로 좋지 않다.

3. 의자

계속

○ 등받이

- 등받이는 뒤로 약간 젖혀 질 수 있는 것이 좋다. 바람직한 자세로 수직 자세를 권하지만 실제로 많은 VDT 작업자들은 수직자세보다 뒤로 약간 젖혀서 작업을 하기도 한다.(한 보고에 의하면 104°가 제일 많음)
- 등받이의 지지면은 등 전체를 지지할 수 있도록 커야 한다. 그러나 너무 커서 팔의 움직임에 방해가 되면 안 된다. 최소한 높이 38 cm 넓이 30 cm 정도로 한다.
- 등받이는 척추의 아랫부분의 곡선과 굴곡이 같아야 한다.(요추를 받칠 수 있도록 앞으로 굴곡질 것). 의자에 척추 지지대가 없으면 지지대를 따로 구입하던지 베게나 수건으로 맡아서 지지한다.
- 등받이는 위쪽에서 아래로 갈수록 넓어지는 것이 좋으며 안쪽으로 각도가 있어야 몸을 지지하기가 좋다.
- 등받이 각도는 앞뒤로 15° 정도 기울어지는 것이 좋다. 몸을 뒤로 젖히면 요추에 미치는 부하를 줄일 수 있다. (그림 13 참조)
- 뒤로 기댔을 때 몸통, 머리, 목을 모두 기댈 수 있도록 충분히 높아야 한다.

○ 팔걸이

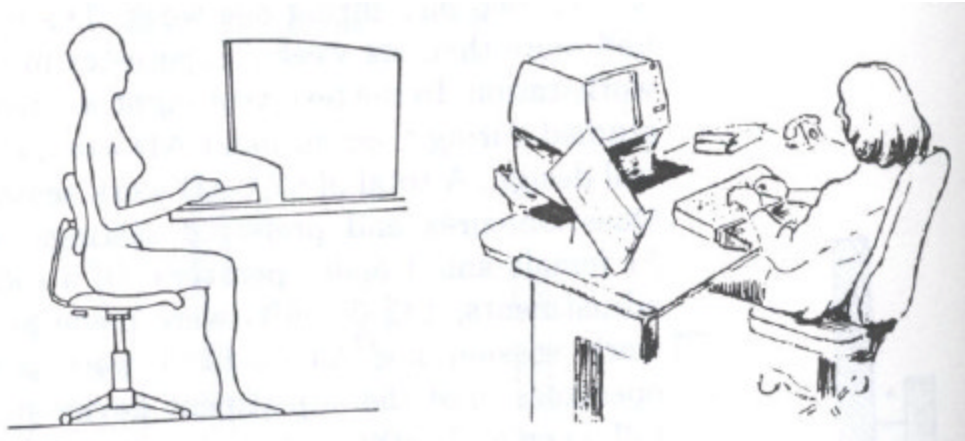
- 팔걸이에 앞팔을 잘 얹고 작업하면 팔이 들려 있을때보다 허리, 목, 어깨의 부하를 줄일 수 있다.
- 팔걸이는 탈착식이 좋으며 필요에 따라 위치조정이 가능해야 한다.
- 어깨를 자연스럽게 하였을 때 팔꿈치가 팔걸이에 오도록 팔걸이의 높이를 조절한다.
- 앞 팔을 지지하도록 충분히 커야 한다.(팔꿈치부터 손까지). 그러나 너무크면 의자를 앞으로 당길 수 없다. 책상 밑으로 들어갈 수 있게 한다.
- 팔걸이의 폭도 앞팔을 충분히 지지하도록 넓어야 하며 부드러워야 한다..

○ 의자 발(Base)

- 의자 발은 최소한 다섯 개 이상으로 지지되어야 안정하다.
- 의자 발은 마루의 재질에 따라 잘 구르는 것을 선정한다. 그러나 의자발은 안정성이 있어야 하며, 제멋대로 이동해서는 안 된다.
- 360° 회전하는 것이 여러 가지 업무를 수행하는데 좋다.

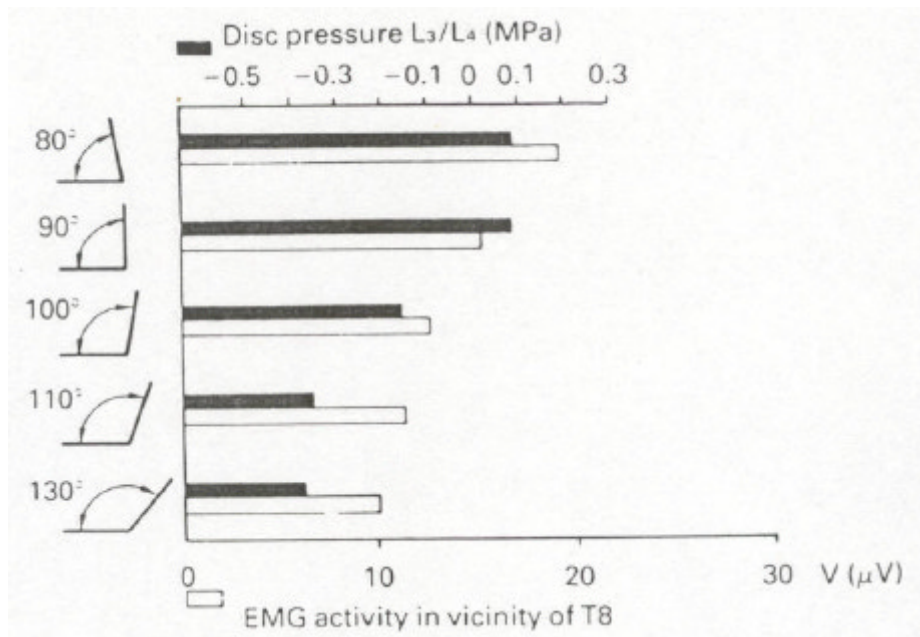
○ 발 지지대

- 컴퓨터 책상 및 키보드에 맞게 의자 높이를 조절하였는데 발이 바닥에 평평하게 닿지 않으면 발 지지대를 마련한다.
- 높이와 각도를 조절할 수 있어야 하며 다리의 움직임을 방해하지 말아야 한다.
- 필요시 제거가 쉬어야 하며 양발을 같이 올려놓을 수 있을 정도의 크기여야 한다. 또한 미끄럽지 않아야 한다.
- 임시변통으로 전화번호부나 두꺼운 책을 사용할 수도 있다.



(a) 권장 자세

(b) 실제 작업자가 좋아하는 자세



(c) 상체의 각도에 따른 근전도도와 요추에 미치는 압력
그림 13. VDT 작업자세와 요추의 부담

4. 모니터	
○ 모니터 위치	· 모니터의 상단을 눈 높이에 맞춰 모니터 중앙을 볼 때는 눈이 약간 아래를 향할 수 있도록 한다. (응시각도 15~30°) · 모니터를 응시할 때 목을 15° 이상 굽혀서는 안 된다.
○ 눈과 모니터와의 거리	· 모니터까지의 거리는 45~70 cm 정도 되게 한다.(몸을 수직으로 하고 팔을 들어 어깨에서 손끝까지의 거리)
○ 문자의 표시	· 거리감의 혼동을 줄 수 있는 가시광선의 양극단에 있는 청색과 적색을 많이 사용하지 말고(특히 조명 수준이 낮은 곳에서 이들 색에 대한 민감도는 녹색이나 황색 등에 비하여 떨어짐) 백색, 녹색, 오렌지색, 황색을 사용한다. · 모니터는 어두운 배경에 밝은 글씨가 반대인 경우보다 피로를 덜 준다고 알려져 있다. 그러나 이럴 경우 서류와 대비가 커지므로 조명측면에서는 불리하다. 따라서 서류창은 밝은 화면에 어두운 글씨를 사용한다.

표 7. 색의 파장과 심리학적 효과

색	파장범위(nm)	거리효과	온도효과	심리효과
보라	380~436	매우 가깝게 보임	차가운 느낌	공격적 느낌 불안함, 지루함
파랑	436~495	멀리보임	차가운 느낌	안락함
녹색	495~566	멀리 보임	차가움~보통	매우 안락함
노랑	566~589	가깝게 보임	매우 따스한 느낌	흥분시킴
주황	589~627	매우 가깝게 보임	매우 따스한 느낌	흥분시킴
빨강	627~780	가깝게 보임	따스한 느낌	매우 자극적 불안함

5. 키보드 및 마우스, 서류 지지대

○ 키보드

- 전통적 키보드와 다른 디자인의 키보드가 손목의 자세를 자연스럽게 하여 부담을 줄여주지만 실제로 이런 인간공학적 키보드가 근골격계 증후군의 위험성을 줄여준다는 결정적 연구결과는 없다.
- 키보드의 표면은 반사를 주지 않는 재질과 색이 좋다.
- 키보드의 높이는 책상과 의자의 높이에 따라 달라지는데 어깨의 근육에 무리가 가지 않고, 팔꿈치의 각도가 $75\sim135^\circ$ 안에 있어야 한다.(팔꿈치의 높이와 같거나 약간 아래에 있게 한다.)
- 손목, 팔과 일직선상에 오는 것이 좋으며 안쪽이나 바깥쪽으로 5° 이상, 위나 아래쪽으로 10° 이상 벗어나지 않도록 한다.
- 자료를 입력할 때는 손목은 들려 있되, 앞팔은 팔걸이에 의해 지지되어야 좋다. 앞팔이 지지되지 않으면 어깨와 목에 긴장을 가져오며 두통을 유발할 수도 있다.

○ 손목과 손바닥의 지지

- 손목 지지대는 자료입력 중간중간 손목의 휴식과 팔의 무게를 지지하는데 사용할 수 있다.
- 손바닥의 끝은 지지되는 것이 좋는데 모서리의 날카로운 면은 피한다.
- 손목 지지대는 자료 입력 중간에 손목을 엮어 휴식을 취할 수도 있고, 자료입력시 손목의 각도를 없애거나 줄여줄 수 있다.
- 손 바닥끝이나 손목이 손목 지지대, 키보드 판의 끝 모서리, 시계줄, 팔찌 등에 의해 강하게 눌리지 않도록 한다.

○ 키보드의 종류

- 많이 사용되는 장방형 키보드는 인간공학적으로 보면 팔꿈치보다 손이 가까워 손목이 휘어지게 한다. 인간공학적 키보드는 이런 손목의 휘어짐을 줄여준다.
- 그러나 아직까지 이런 인간공학적 키보드의 사용으로 근골격계 질환이 빈도나 강도가 줄었다는 보고는 거의 없다.

○ 마우스

- 마우스는 키보드 바로 옆에 위치하게 하여, 마우스 사용시 팔이 벌어지거나 어깨가 올라가지 않도록 하는 것이 바람직하다.

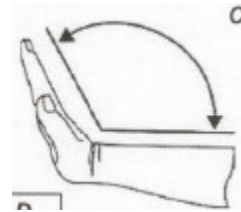
○ 서류 지지대

- 서류 지지대는 모니터 바로 옆($5\sim15\text{ cm}$ 이내)에 위치하여 목을 크게 돌리지 않고도 볼수 있는 것이 좋으며, 높이도 스크린 높이와 같게 한다. 간혹 모니터와 키보드 사이에 두기도 한다.

참고)전통적인 키보드 외 다른 디자인의 키보드(대안 키보드)가 손목의 자세를 교정시켜, 부담을 줄여주지만 실제로 이런 인간공학적 키보드가 근골격계 장애의 위험성을 줄여준다는 명확한 연구결과는 없다.



(a)



(b)

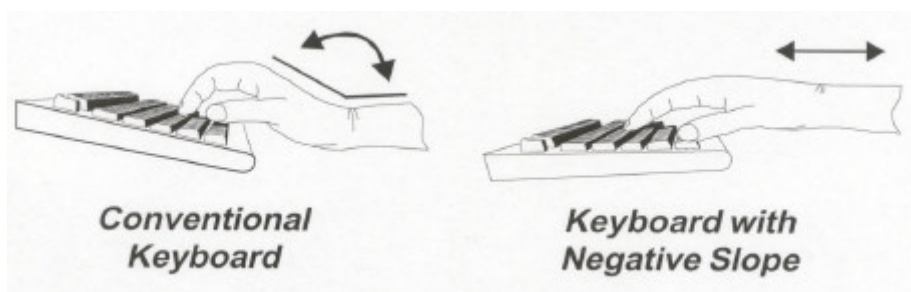


(c)



(d)

그림 14. 인간공학적으로 바람직하지 못한 키보드 사용자세



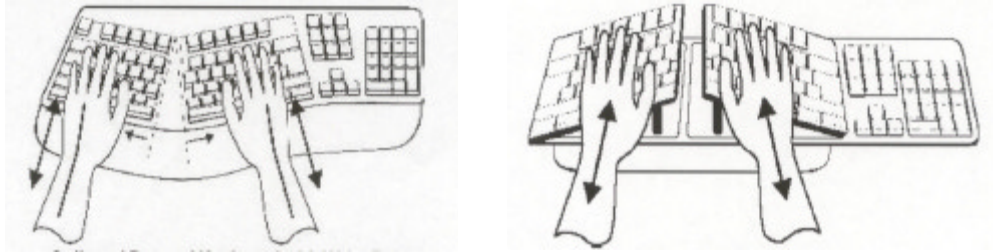


그림 15. 전통적 키보드와 새로운 키보드

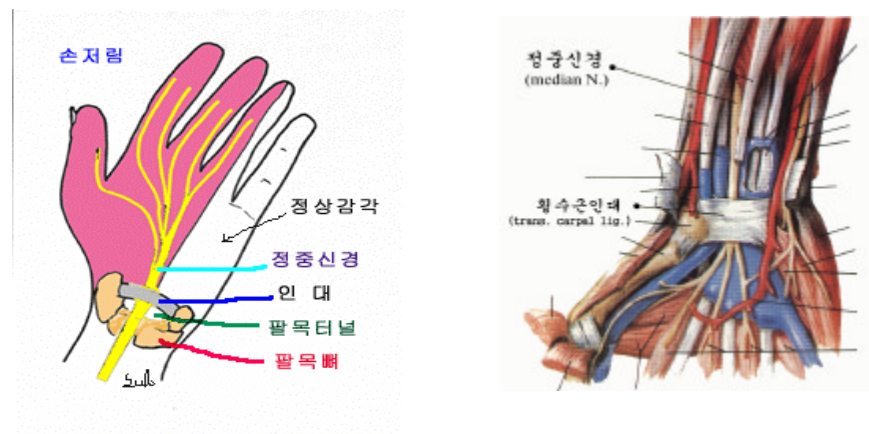


그림16. 팔목터널 증후군(Carpal Tunnel Syndrome)

정중신경염(median neuritis), 수근관 증후군이라고도 하며 컴퓨터 키보드나 마우스 사용과 같은 반복적으로 손의 과도한 사용으로 인해 발생하는 반복성 긴장성 손상(RSI)의 대표적이고 심각한 질환이라고 소개되고 있으나 컴퓨터 작업으로 인해 생긴다는 결정적인 증거는 없다. 증상으로는 손바닥에서 엄지, 검지, 중지와 약지의 절반에 감각이 무디어 지거나 통증을 호소하고, 손저림, 팔을 올리면 팔목에 통증이 오며 손가락이 화끈거리기도 한다. 아침에 손이 굳거나 경련이 올 수도 있으며 엄지손가락이 약해져, 자주 물건을 떨어뜨린다. 또한 주먹 쥐기가 힘들다.

6. 조명
Part III. VDT 작업과 조명 참조

Part V. VDT 작업의 설문지를 통한 평가

(모든 대답은 ‘예’에 표기되어야 하며 만일 ‘아니오’에 표기되면 해당항목에 대한 개선대책을 고려하여야 합니다.)

1. VDT 사무실의 평가

작업조건 특성	예	아니오
① 작업을 수행하기에 충분한 공간을 확보하고 있습니까?	☐	☐
② 작업을 수행하는데 필요한 여러 가지 기기(프린터, 스캐너 등) 및 자료(관련서적, 복사용지)등을 위한 공간도 확보되어 있습니까?	☐	☐
③ 자주 사용하는 항목은 작업자 바로 앞에 있습니까?	☐	☐
④ 전화수신업무를 많이 하는 경우 헤드셋을 이용합니까?	☐	☐
⑤ 사무실안의 온·습도는 적당합니까?(18~21℃, 40~60 %)	☐	☐
⑥ 바닥이 정전기 방지 매트로 되어 있거나 혹은 접지되어 있습니까?	☐	☐

2. 작업대(책상)의 평가

작업대의 특성	예	아니오
① 책상 표면의 재질은 무광택 처리되어 있습니까?	☐	☐
② 책상높이는 조절이 가능합니까?	☐	☐
③ 높이가 고정된 책상의 경우 키보드 지지대는 조절가능하며 그 높이는 적절합니까?(약 55~70cm)	☐	☐
④ 모니터와 눈과의 거리가 충분하도록(최소 40 cm 이상) 책상의 폭이 큼니까? 아니면 책상을 벽에서 띄어 모니터와 눈과의 거리를 확보하고 있습니까?	☐	☐
⑤ 책상과 키보드 지지대는 컴퓨터, 키보드, 마우스, 전화기, 서류 등 작업에 필요한 물건을 놓을 수 있도록 공간이 충분합니까?	☐	☐
⑥ 책상 밑에는 다리를 자유롭게 움직일 수 있는 공간이 확보되어 있습니까?(무릎을 위해서는 책상앞쪽에서 최소한 38 cm까지 아무것도 없어야 하며, 발을 위해서는 60cm까지 물건을 쌓아두면 안됩니다.)	☐	☐

3. 의자의 평가

의자(Chair)	예	아니오
① 의자의 모든 조절장치는 작동하기 쉬우며 한 손으로 조절이 가능합니까?	☐	☐
② 의자의 모든 조절장치는 작동하면 바로 조절이 됩니까?(피드백이 빨리 됩니까?)	☐	☐
③ 의자는 높이 조절(35-50 cm 정도)이 가능합니까?	☐	☐
④ 발바닥이 바닥면이나 발 지지면에 잘 닿도록 높이가 조절되어 있습니까?	☐	☐
⑤ 의자의 앉는 면의 길이는(전후 길이, 약 38-43 cm 정도) 적절합니까?(등받이에 기대고 앉았을 때, 무릎 뒤 오금이 의자의 앞면에 닿으면 안됩니다.)	☐	☐
⑥ 앉는 면의 너비는 (좌우 길이, 최소 40 cm) 적당합니까?	☐	☐
⑦ 앉은 면은 너무 딱딱하지 않고, 쿠션은 적당(2 cm 이내)합니까?	☐	☐
⑧ 앉은 면의 앞 끝 부분은 부드러우며 각지지 않고 경사가 완만합니까?	☐	☐
⑨ 의자 커버는 다공성으로 통기성이 있으며 탄력적입니까?	☐	☐
⑩ 등받이는 등을 잘 지지할 수 있도록 충분히 크면서(높이 38 cm 이상, 너비 30 cm 이상) 팔을 움직이는데는 방해가 되지 않습니까?	☐	☐
⑪ 등받이의 굴곡은 요추(척추의 아랫부분)의 굴곡을 잘 받쳐줄 수 있도록 되어 있습니까? (요추지지대가 있습니까?)	☐	☐
⑫ 등받이의 높이(요추 지지대가 요추 부분에 잘 맞도록) 및 각도 조절이 가능합니까? (각도 앞뒤로 15° 정도)	☐	☐
⑬ 요추 지지면은 최소한 30 cm 이상이 됩니까?	☐	☐
⑭ 팔걸이는 착탈식이며 높이가 적절합니까? 높이는 팔을 내렸을 때 어깨가 올라가지 않고 팔꿈치가 자연스레 기대어져야 한다.(앉는 면에서 18~27 cm로 키보드 높이와 같으면 됨)	☐	☐
⑮ 팔걸이는 앞 팔을 편하게 지지할 수 있도록 충분히 크며, 넓습니까? (그러나 팔걸이는 컴퓨터 책상안으로 들어갈 수 있어야 필요시 의자를 앞쪽으로 당길 수 있다.)	☐	☐
(16) 의자는 360 ° 가능하며, 5개 이상의 바퀴가 달려 있습니까?	☐	☐

4. 발 지지대(발판 지지대를 사용하는 경우)

발 지지대	예	아니오
① 의자 높이를 컴퓨터높이에 맞게 조절했는데 발이 바닥에 잘 닿지 않는 경우 발 지지대를 사용하고 있습니까?	☐	☐
② 발 지지대는 높낮이 및 각도가 조절이 됩니까?	☐	☐
③ 발 지지대가 있어도 다리를 잘 움직일 수 있습니까?	☐	☐
④ 발 지지대가 필요없는 경우 제거가 용이합니까?	☐	☐
⑤ 발 지지대의 너비는 충분합니까? (엉덩이너비와 비슷하면 됩니다.)	☐	☐
⑥ 발 지지대는 잘 미끄러지지 않는 표면으로 되어 있습니까?	☐	☐

5. 모니터

모니터	예	아니오
① 모니터는 필요한 작업을 하기에 충분한 크기를 가지고 있습니까?	☐	☐
② 모니터의 영상은 깨끗하며 흔들림이 없습니까?	☐	☐
③ 모니터의 명암이나 광도대비를 조절할 수 있습니까?	☐	☐
④ 모니터의 각도 및 위치 조절이 가능합니까?	☐	☐
⑤ 눈에서 모니터까지의 거리가 적절합니까(40~70 cm)	☐	☐
⑥ 모니터의 상단은 눈높이와 일치합니까?	☐	☐

6. 키보드 및 마우스

키보드 및 마우스	예	아니오
① 키보드는 모니터와 분리되어 있습니까?	☐	☐
② 키보드의 각도조절과 위치 이동을 할 수 있습니까?	☐	☐
③ 키보드 표면은 무광택처리가 되어 있습니까?	☐	☐
④ 키보드 높이는 앞팔이 바닥과 평행이 될 정도로 낮습니까?	☐	☐
⑤ 팔목의 각도는 좌우 5°, 상하 10° 이내로 유지됩니까?	☐	☐
⑥ 자료를 입력할 때 손목은 키보드 위에 떠있되, 앞팔은 팔걸이에 의해 지지됩니까?	☐	☐
⑦ 손목지지대가 있습니까?	☐	☐
⑧ 마우스는 키보드 옆에, 같은 높이에 있습니까?	☐	☐
⑨ 마우스 지지대는 흔들림이 없습니까?	☐	☐

7. 서류 지지대

서류지지대	예	아니오
① 서류지지대는 모니터 바로 옆에 모니터와 바로 옆에 있습니까? (아니면 모니터와 키보드 사이에 있을 수도 있음)	☐	☐
② 서류지지대와 눈과의 거리는 화면과 눈과의 거리와 동일합니까?	☐	☐
③ 화면을 볼때와 서류지지대를 볼 때 목을 많이 움직이지 않아도 됩니까?	☐	☐

8. 조명조건

의자(Chair)	예	아니오
① 광원이 시야에서 보이지 않습니까?(직사광이 눈에 직접들어오지 않습니까?)	☐	☐
② 광원의 빛이 너무 세지 않고, 적절합니까?	☐	☐
③ 모니터가 반사광이 없습니까?	☐	☐
④ 화면에 조명등이나 창가 등의 불빛이 반사되지 않습니까?	☐	☐
⑤ 작업대, 컴퓨터 재질이 무광택이며, 휘광이 없습니까?	☐	☐
⑥ 창문쪽에 컴퓨터가 있는 경우 블라인드나 커튼등이 있습니까?	☐	☐
⑦ 천정에 광원이 있는 경우 블록형 디퓨저나 그리드가 있어 빛을 부드럽게 해줍니까?	☐	☐
⑧ 컴퓨터 모니터-작업자 축이 창문과 평행하게 되어 있습니까?	☐	☐
⑨ 화면 보호필터를 사용하는 경우 깨끗하게 유지합니까?	☐	☐

9. 작업자세

작업자세	예	아니오
① 작업을 할 때 머리, 목, 몸통이 수직을 유지하며 모니터의 중앙에 위치합니까?	☐	☐
② 어깨가 들려있지 않으며 위팔은 바닥에 수직이며, 몸에 가까이 붙어 있습니까?(팔이 양옆으로 벌어지면 안됨)	☐	☐
③ 아래팔과 손목, 손이 일자를 유지하며 손이 좌우나 위아래로 너무 각도를 이루고 있지 않습니까	☐	☐
④ 작업시 아래팔이 바닥과 수평을 이루고 키보드와 팔꿈치의 높이가 동일합니까?	☐	☐
⑤ 허벅지와 바닥이 거의 수평을 이루며, 종아리는 수직을 이루고 있습니까?	☐	☐
⑥ 발바닥이 마루바닥이나 또는 발 지지대에 잘 닿고 있습니까?(발뒤꿈치까지 완전히 닿아야 함)	☐	☐
⑦ 하루 작업시간에 적절히 휴식시간이 배분되어 있습니까? (예, 한시간에 10분씩 휴식)	☐	☐
⑧ VDT 작업을 하면서 긴장을 풀 수 있는 체조를 알고 있으며 자주 체조를 실시합니까?	☐	☐

Part VI. VDT작업자를 위한 체조

VDT 작업의 근골격계 증후군을 예방하기 위하여 적절히 근육긴장을 이완시켜주는 것이 필요한데 체조나 운동이 권장된다. 이들 체조나 운동은 다음 부위의 근육긴장을 이완시키는 방법이다.

- 목
- 어깨
- 팔꿈치/팔/손목/손
- 허리/엉덩이
- 무릎, 다리

그림 17은 VDT 작업자가 자주 스트레칭이나 이완을 해주어야 하는 부위다.



그림 17. VDT 작업자가 자주 이완/운동시켜 주어야 하는 근육부위

- (a) : 긴장된 견갑골위의 거근(舉筋; scapular elevator)은 스트레칭과 이완이 필요함
- (b) 척추, 가슴부위, 목부위의 신근(伸筋; extensor)은 과도하게 이완되어 있어 운동이 필요함
- (c) 가슴안쪽의 근육은 수축되어 있어 스트레칭이 필요함
- (d) 앞팔의 굴근(屈筋; flexor)은 장기간 긴장되고, 수축되어 있어 스트레칭과 이완이 필요함

여러 가지 운동이나 체조 방법은 인터넷 사이트나 다른 책자에서도 많이 소개되고 있는데 다음 사이트를 참조하면 되므로 구태여 여기에 소개하지는 않는다.

- <http://www.kosha.or.kr>에서 산업안전보건연구원에 들어가 산업위생 연구실의 산업위생핸드북을 다운받아 제 26장을 참조한다.
- <http://minerva.acc.viginia.EDU/~enhealth/ERGONOMICS>에 들어가면 VDT 작업자의 스트레칭 체조가 소개되어 있으며 일부는 동영상처럼 되어 있다.
- <http://www.ecu.edu/oehs/ERGOPAge/Computerstretch.htm>에도 그림으로 컴퓨터 작업자의 체조가 잘 설명 되어 있다.

단, 그림 18은 잘못된 스트레칭 체조방법으로 기존의 건강조건을 악화시키거나(a) 근육 스트레스를 더해주거나(b) 안전위험성을 초래하는 방법(c)이니 피해야 한다.



그림 18. 잘못된 컴퓨터 작업자의 스트레칭 방법의 예

운동이나 적절한 체조들은 다음과 같은 특성을 갖고 있어야 한다.

- 수축되고 긴장된 근육을 이완시켜 유연성과 혈액순환을 향상시키고, 근육의 피로를 감소시켜 주어야 한다.
- 척추를 움직여 허리 뒷쪽의 근육에 대한 스트레스를 풀어주고, 디스크에 미치는 하중압력부하를 감소시켜 주어야 한다.
- 만성적으로 이완되어 있거나 약해진 근육을 수축·이완운동을 통하여 피로와 부적절한 자세에 대한 저항성을 증가시키고, 보다 나은 자세를 유지할 수 있게 해주어야 한다.
- 하체 부분에 정맥혈이 잘 순환되도록 하여야 한다.

Part VII. 요약

이상 여러 측면에서 VDT 작업과 건강상 영향을 거론하였고, 각 항목별로 관리나 주의방법, 또는 평가방법을 거론하였거니와 중요한 관리방법을 요약하면 다음과 같다.

1. 작업자세 및 조건

① 머리와 목, 몸통 : 아래로 숙이거나 뒤로 젖혀짐이 없어 수직을 유지하며 앞면 즉 모니터 쪽을 바라보면서 뒤틀리지 않아야 하며 일직선이어야 한다.

② 어깨와 팔 위쪽 : 앞쪽으로 숙여져 있거나 들려져 있지 않도록 바닥에 수직이며 팔 윗쪽과 팔꿈치는 몸에 가까이 붙어 있어 바깥쪽으로 벌어져 있지 않도록 작업한다.

③ 팔 아래쪽, 손목, 손 : 일자형태를 유지하며 바닥에 수평을 이루어 각각이 위나 아래 또는 바깥쪽(새끼손가락 쪽)을 향하지 않도록 한다. 필요시 손목받침대를 이용한다.

④ 허벅지는 바닥에 수평 또는 엉덩이 쪽이 약간 높게, 종아리는 거의 수직을 이루고 있도록 한다.

⑤ VDT 작업과 관련작업을 잘 할 수 있도록 공간배치가 되어 있어야 한다. 전화 및 자주 사용하는 사무기기는 가까운 거리에 있어야 한다. VDT 작업을 하면서 전화를 목에 끼고 받는 것은 좋지 않으므로 헤드셋이나 이어폰을 이용하도록 한다. 휴식시간에 눈을 돌릴 수 있는 공간이 확보되어 있으면 좋다.

⑥ 휴식시간의 조절 : 20/20법칙(20분 작업 후 20초 동안 다른 곳 응시하며 휴식하기)과 매시간 또는 2시간간격으로 쉴 때는 몸풀기 체조를 하며 먼거리(6 m 거리)에 그림 등을 걸어 놓고 감상한다. 하루 일과 중 중간 중간에 다른 업무를 수행하여 VDT 작업을 쉴 수 있도록 업무 안배를 하는 것도 좋다.

2. 의자의 조건

① 의자는 작업자의 신체조건에 맞게 높낮이 각도 등을 조절할 수 있어야 한

다.

② 등받이는 요추(척추의 아래 부분으로 꼬리뼈 바로 위에 있으며 5개로 구성되어 있으며 이곳에서 디스크 발생)를 지지할 수 있어야 한다.

③ 의자 높이는 발바닥이 바닥에 평평하게 접촉할 수 있거나 그렇지 못할 경우 발 지지대를 사용한다

④ 의자의 앉는 부분은 너무 넓거나 너무 깊숙하지 않아야 하며 무릎 뒷쪽(오금)이 약간(5~10 cm) 의자에서 떨어져 있도록 의자 바닥이 너무 앞쪽으로 나오지 않은 것이 좋다.

⑤ 의자는 약간 쿠션이 있는 것이 좋으며 앞쪽이 약간 둥글게 마무리 되어 있어야 한다.

⑥ 팔걸이는 VDT 작업을 할 때 앞 팔을 올려놓기에 편하여야 하며 너무 크지 않아야 한다.

⑦ 다리를 놓는 공간이 자유로워야 한다. 프린터, 복사용지 등을 넣어 다리가 불편하지 않도록 한다.

3. 키보드/마우스

① 키보드와 마우스가 있는 장소는 흔들림이 없이 안정되고 어느 정도 넓어야 한다.

② 키보드는 수평이나 15° 이내로 약간 기울어져 있는 것이 좋다.

③ 마우스나 다른 입력장치는 바로 키보드 옆에 위치하여 팔을 크게 뻗치지 않고 닿을 수 있도록 한다.

④ 이런 입력장치는 쉽게 사용할 수 있어야 하며 너무 크거나 작지 않아야 한다.

4. 모니터와 서류 지지대

① 모니터 화면 위쪽라인이 작업자의 눈높이에 오도록 하여 모니터의 중앙 응시각도가 15~30°정도 되게 하며 모니터 아래쪽을 볼 때는 목을 움직이기보다는 눈동자를 움직여 보도록 한다.

② 모니터와의 거리는 작업자의 머리, 목, 몸통이 앞이나 뒤로 구부러지지 않

을 정도로 유지하는데 대개 45~60 cm가 적당하다(손을 편 상태에서 팔 길이에 해당).

③ 서류 지지대는 모니터와 가까이(5~15 cm 이내), 같은 거리에 같은 높이로 있어 머리카락이나 목을 움직이지 않고 읽을 수 있도록 한다.

④ 화면의 밝기와 서류의 밝기는 너무 차이가 나지 않도록 한다. 따라서 어두운 배경에 밝은 문자의 화면일 때는 서류쪽 조명을 약간 어둡게 하고(이 방법이 눈의 피로를 덜 수 있음), 반대인 경우, 서류도 같이 밝게 하는 것이 좋은데 사무실이 어둡다면 서류에 보조 등을 이용한다. 화면의 색은 가시광선의 양극단에 있는 적색이나 청색대신, 백색, 녹색, 오렌지색, 황색 등이 좋다. 밝은 화면에 어두운 글자를 사용하는 것이 반대인 경우(어두운 바탕에 밝은 글씨)보다 반사광을 줄이는데 좋다.

⑤ 화면보호기(보안면)는 반사광과 휘도를 줄일 수 있는 방법이지만 하나 글자나 그림의 이미지 효과를 감소시키므로 다른 방법으로 문제를 해결할 수 없을 때 최종적으로 고려한다.

5. 알맞은 조명

① 서류 작업을 하는 사무실은 어느 정도 밝은 것이 좋으나 컴퓨터 작업을 주로 하는 곳은 너무 밝으면 반사(회광) 및 눈부심이 문제가 되므로 약간 어둡게 하고 간접조명이 좋다. 책상이나 벽 등은 너무 밝지 않고 빛의 반사가 안 되는 재질을 사용한다. 모니터에 생긴 반사광을 피하기 위하여 작업자가 몸을 구부리는 일이 있다면 공간 배치를 재고려하여야 한다.

밝은 광원을 몇 개 사용하는 것보다 그렇지 않은 것을 여러개 사용하는 것이 회광을 줄이는 데 유리하다.

② 창문/광원으로부터 직사광 또는 반사광이 눈이나 모니터에 직접 들지 않도록 작업대를 배치한다. 따라서 창문이나 조명등은 작업자의 양 측면에서, 작업자 - 화면 축과 평행하게 설치하는 것이 바람직하다. 천정에 광원이 있는 경우 직사광선이 직접 모니터에 비추지 않도록 블록형의 루버(반투명 재질의 가리개)를 끼우면 빛이 골고루 분산되어 좋다. 창문이나 조명등에 대한 화면 위치 조정이 불가능한 경우 커튼이나 차광막(블라인드)으로 조절한다. 커튼은

일광을 충분히 차단할 수 있는 재질과 반사율이 낮은 약간 어두운 색상의 것이 효과적이다. 모니터가 책상에 누워있는 경우 화면의 경사 각도를 수평으로부터 5 - 10°이내로 조정하면 화면 반사광을 피할 수 있다.

③ 화면 또는 보안면에 먼지가 많이 쌓이면 화면이 전체적으로 흐리게 보이므로 화면과 보안면에 대한 정기적인 청소를 한다.

④ 낮과 밤의 조명 수준 변화에 따라 화면 밝기를 조정한다. 그러나 작업자가 매일 이를 조절하는 것이 쉽지 않아 선진국에서는 자연채광대신 인공조명을 이용하기도 한다.

참고문헌

DoD: Creating the Ideal Computer Workstation-A step by step guide, DoD, 2000

Etienne Gradjean, Fitting the Task to the man, Taylor & Francis, 36-77, 250-265, 1995

Health and Safety Guidelines for Video Display Terminals in the workplace, Department of Consumer Business and Service, 2000

NIOSH : NIOSH Publications on Video Display Terminal, 3rd edition, Department of Health and Human Service, USA, 1999

OSHA: Working safely with video display terminals, Depart of Labor, OSHA, 1997

<http://www.cdc.gov/niosh>

<http://www.ecu.edu/oehs/ERGOPage/Computerstretch.htm>

<http://www.kosha.or.kr>

<http://minerva.acc.Virginia.EDU/~enhealth/ERGONOMICS>

<http://www.osha.gov>

<http://www.naver.com>