

□ 特別寄稿 □

## VDT 작업 환경 설계 지침

수원대학교 산업공학과 이 동 하\*  
 강원대학교 산업공학과 노 재 호  
 한국전산원 표준사무부 윤 철 호\*\*  
 한국표준과학연구원 이 남 식\*

● 목

● 차

- I. VDT 작업 환경이 사용자에게 미치는 영향
- II. VDT 작업 환경과 관련된 표준 또는 지침

- III. 우리나라 실정에 맞는 VDT 작업 환경 지침 개발
- IV. 결 론

### I. VDT 작업 환경이 사용자에게 미치는 영향

지난 30년 동안 컴퓨터 기술은 비약적으로 발전하여 사무실, 공장, 학교, 가정 등에서 사용하게 되었으며, 특히 개인용 컴퓨터의 출현 이후 컴퓨터의 보급 및 활용 범위는 기하급수적으로 늘어나고 있다. 선진국의 경우에 있어 사무직 1인당 한 대 꼴로 VDT가 보급되어 있고, 우리나라의 경우에 있어서도 기존에 사용중인 컴퓨터 단말기 외에도 이백만 대가 넘는 개인용 컴퓨터가 보급되어 있으며, 특히 국가기전산망이 본격적으로 추진됨에 따라 민간 뿐만 아니라 정부부처의 사무실에도 VDT 보급과 사용이 크게 늘어나는 추세이다.

컴퓨터의 보급에 따라 종래의 문서처리 중심의 사무 작업이 VDT를 사용하는 작업으로 형태가 바뀌고 있다. VDT를 사용하는 작업에서 사용자는 화면이나 입력용 문서에 시선을 고정해야 하며 키보드 조작에 적합하도록 손을 위치시켜야 하므로 종래의 사무 작업보다 작업 자세가 훨씬 제한된다. 업무 수행 속도는 작업자 자신이 자발적으로 조절할 수 없고 컴퓨터의 수행 속도에 맞

추어야 하며 일반 사무직 종사자들에 비해 처리해야 하는 업무량은 훨씬 더 많다[8].

이와 같은 VDT 사용 직무의 특성에 기인하여 VDT 증후군(VDT Syndrome)이라는 새로운 사회 문제가 등장하고 있다. VDT 사용자들은 흔히 눈이 근질거리거나(itching), 쏘시거나(shooting), 충혈(red eyes), 눈물(tearing)을 수반하는 눈의 통증; 상의 떨림(flickering vision), 이중상(double image), 또는 시야가 흐려지는(blurring) 등의 시력 감퇴를 포함하는 시각장애; 근심, 긴장, 위축감, 만성피로, 무기력, 착란, 권태감, 수면장애 또는 직무 불만족 등을 포함하는 정서적 불편; 손가락, 손목, 팔, 다리, 허리, 어깨의 통증을 수반하는 근골 계통(musculo-skeletal system)의 부담 등을 각각 증상으로 호소하고 있다 [13].

수 많은 연구자들은 VDT 사용자들이 호소하는 시각과 관련된 불편, 근골 계통의 불편 및 직무와 관련된 정서적 불안정과 같은 건강상 문제의 요인을 분석하려는 노력을 해왔다[2,6,7,10,12]. 이들의 연구결과를 정리해 보면 VDT 사용자들이 호소하는 육체적, 정신적 불편 및 작업능률 저하의 잠재적 요인이 대체로 VDT 설비, VDT 작업장, VDT 주변 환경 및 VDT를 사용하는 직무 설계에 있음을 알 수 있다. VDT 관련 작업 환경 요인들은 상호

\*정회원

\*\*중신회원

연관되어 있기 때문에 분명히 구분하긴 어렵지만 분명한 사실은 이러한 요인들이 VDT 사용자들의 심리적, 신체적 특성에 적합하지 않게 설계되었을 경우 각 요인들이 독립적으로 혹은 여러 요인들과 복합적으로 작용하여 사용자들의 정신적, 육체적 불편을 야기하거나 생리적 이상 반응 또는 작업 능률의 저하를 초래한다는 것이다.

**II. VDT 작업 환경과 관련된 표준 또는 지침**

선진 각국에서는 일찌기 이러한 문제점을 인식하여 인간 공학에 바탕을 둔 VDT 설계 표준 및 사용자 지침을 마련하려는 노력을 계속해 오고 있다. 이들 나라에서 발간된 표준 또는 지침은 정부에서 제정한 국가법(natio-

〈표 1〉 VDT 작업환경과 관련된 표준/지침

표준/지침 명 (발행년도)	발행기관 또는 저자
Visual Aspects and Ergonomics of Visual Display Units(1978)	University of London
Untersuchungen zur Anpassung von Bildschirmarbeitsplätzen an die Physische und Psychische Funktionsweise des Menschen(1978)	Technical University of Berlin
Information Transfer from Computer-Generated Dot-Matrix Display(1978)	Snyder and Maddox(1978)
Reading of Display Screens. Health Directive 136(1979)	Swedish National Board of Occupational Safety and Health
Safety Regulations for Display Workplaces in the Office Sector(1980)	German Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin
Automation and the Office Worker(1980)	British Association of Professional, Executive, Clerical and Computer Staff (Trade Union Affiliate)
Health Protection for Operators of VDTs/CRTs(1980)	US New York Committee for Occupational Safety and Health
A Human Engineering Specification for Legibility of Alphanumeric Symbology on Vidio Displays(1980)	Canadian Defence and Civil Institute of Environmental Medicine
Visual Display Terminals(1980)	Cakir <i>et al</i> (1980)
MIL-STD 1472C(1981)	US Department of Defense
German DIN 66234(1982)	German Deutsche Institut für Normungen Association
Requirements in Visual Information Processing (ISO proposal)(1982)	Swedish Standardiserings Kommissionen
Guidelines for Working with Screen-Based Equipment(1982)	Australian Council of Trade Unions and the Victorian Trades Hall Council
Visual Display Units Health and Safety Series Booklet(1983)	British Health and Safety Executive
VDT 작업과 노동위생을 위한 지침(1986)	일본 노동성
Ergonomics in Computerized offices(1987)	Grandjean(1987)
American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstation(1988)	American National Standards Institute
Standard ECMA-108, 109, 110, 115, 126, TR22(1984-1989)	European Computer Manufacturers Association

nal law), 지령(directive), 자치적인 표준국에서 제정한 국가표준(national standards), 회사나 교역단체 간에 체결된 기술협약, 대학이나 연구기관에서 발표된 구속력 없는 지침의 형태를 취하고 있다.

상업용 VDT 작업장 설계에 대한 표준화 노력은 1972년 서독에서 처음으로 시도되었다. 이때 독일 표준국(DIN)은 문헌 검토를 시작했으며 노동(사회)성의 후원을 받은 Berlin 공대는 전문가 연구를 수행했다. 거의 같은 시기에 비슷한 연구가 오스트리아, 영국, 핀란드, 프랑스, 네덜란드, 스웨덴, 스위스, 미국 등으로 확산되었다. 스웨덴의 산업안전 및 보건성에 의하여 VDT 설비와 작업장 설계에 관한 국가표준이 제정되었고 1979년부터 발표되었다. 독일 표준은 1981년부터 발표되기 시작하였고, 이 표준은 오스트리아에서도 채택되었다. 영국의 Health and Safety Executive(HSE)는 1983년부터 지침을 담은 소책자를 출판하였다. 같은 해 국제표준기구(ISO) Technical Committee 159은 국제표준 제정을 위해 2년의 회합을 가졌다.

유럽의 VDT 설계 표준은 주로 인체측정학(anthropometry)과 시각적인 문제를 다루고 있는 반면 Main, Illinois, Massachusetta, Connecticut 및 Oregon주를 중심으로 입법화가 추진되었던 미국의 VDT 설계 규준은 방사선 문제에 관심을 두고 있다. 미국의 군사 및 정부 설비에 적용되며 대부분의 민간 표준이 준수하고 있는 MIL-STD 1472-C는 작업수행도, 신뢰도, 안전문제를 강조하는 가장 오래된 인간공학적 설계 표준의 하나라 할 수 있다[4]. 노동조합과 관련된 기관에서 발표되는 VDT 관련 지침들은 사용자의 건강, 복지를 우선으로 하는 기준을 가지고 있다.

일반적으로 이러한 표준 또는 지침들은 VDT 설비, VDT 작업장 환경, VDT를 사용하는 연속작업의 최대 허용시간 또는 작업 및 휴식시간 분포에 대한 인간공학적 설계원리를 제시하고 있으며 많은 나라에서 VDT 작업자들의 건강 보호(특히 시력보호)를 위한 안과 검사의 필요성을 규정하고 있다.

각국에서 발표된 표준 또는 지침을 국내 VDT 사용자들에게 적용하는 데는 몇 가지 문제점이 있다. 우선 각각의 표준 또는 지침은 제정 목적, 사용자들의 특성, 연구 방법의 차이에 따라 항목 선정이나 동일 항목에 대한 추천치에 있어서 차이를 보이고 있다. 특정 적용 분야를 고려하지 않고 일반적인 범위로 표현된 추천치들이 많기 때문에 실제 특정 분야에 적용하는데 어려움이 따르며 과학적 연구 결과가 뒷받침되어 있지 않은 경우도 있으므로 적용시 신빙성이 문제가 될 소지가 있다.

### III. 우리나라 실정에 맞는 VDT 작업 환경 지침 개발

본 연구에서는 우리나라 실정에 맞는 VDT 작업 환경

〈표 2〉 각국의 VDT 관련 표준/지침에 포함된 항목의 적용분야, 제정취지 별 분류

적용분야	제정취지	항 목
VDT 작업장	시각적 불편 및 근골 계통의 불편 완화	작업면의 높이 작업면의 폭 작업면의 깊이 의자 좌면의 높이 무릎 공간 높이 무릎 공간 폭 무릎 공간 깊이 Home키-바닥으로 부터의 높이 VDT 주변 조명 수준 화면-눈 사이의 거리
VDT 설비	시각적 불편 및 근골 계통의 불편 완화	화면틀의 반사율 모니터의 경사도 키보드 반사율 키보드 두께 키보드 경사도 키입력에 대한 피드 백 키보드-본체의 분리 여부 키 표면의 크기 키 누르는 힘 키의 수직 범위 키 중심간 거리
VDT 화질	시각적 불편 완화 및 문자 부호의 가시성(visibility), 독해성(legibility) 임현성(readability) 저하방지	문자 크기 문자를 구성하는 화소 행렬의 크기 문자 중형비 문자 획폭비 글자간 띄우기 행간 띄우기 단어간 띄우기 화면 흑백 밝기의 대비 문자/부호 표시색 화면 재생률 문자/부호 밝기의 왜곡/ 불규칙성 화소 위상의 왜곡/ 불규칙성 문자 부호의 밝기
VDT 직무설계	피로 방지, 재충전 및 동료간 사회적 접촉 기회 부여	작업/휴식시간 분포

지침의 기초 자료를 수집하기 위하여 널리 알려진 각국의 표준/지침(표 1)과 한국인의 체형에 적합한 VDT 작업 대에 관한 연구 결과[14]를 검토하였다. 표 2는 지침에 수용될 항목을 적용분야, 제정 취지별로 분류하여 보여 준다. 이중 인증이나 언어/문자에 관계없이 일반적으로

적용될 수 있는 항목에 대해서는 대부분의 표준/지침들이 공통적으로 일관성있게 추천하는 범위를 국내 지침에서도 반영할 필요가 있다고 생각된다. 표 3은 인증적 언어/문자적 영향을 덜 받는 항목의 추천치에 있어서 적어도 하나 이상의 표준/지침이 추천하는 범위와, 추천

<표 3> VDT 관련 각국의 표준/지침 추천치 범위와 국내 VDT 작업장의 실태 비교 (인증적, 언어/문자적 차이의 영향이 적은 항목)

항 목 (척 도)	추천치의 최대 범 위	최대범위를 제시한 표준/지침수	추천치의 공통 범 위	공통범위를 제시한 표준/지침수	국내 VDT작업장 의 실태 또는 VDT 사용자들의 실태도
VDT 작업장 VDT 주변 조명 수준(조도) 화면-눈 사이의 거리	1076 lux이하 25 cm이상	15 9	300~500 lux 50~70 cm	9 6	200~670 lux(실태) 54~63 cm(실태)
VDT 설비 화면 틀(frame)의 반사율 (임사광에 대한 반사광의 비율) 모니터(monitor)의 視線- 방향에 대한 경사도 키보드 반사율 키보드 두께 키보드의 수평에 대한 경사도 키 조작에 대한 피이드백 방식 키보드-본체의 분리 여부	75%이하 +40~-40도 30~60% 50 mm 이하 0~25도 칭각, 축각 분리를 추천, 또는 추천하지 않음	4 5 2 7 9 7 9	20~30% +20~-20도 40% 30 mm이하 10~15도 칭각, 축각 분리를 추천	4 3 2 6 7 7 8	10.6도(실태)
키 표면 크기(직경) 키 누르는 힘 키의 수직 이동 범위 키 중심간 거리	10~19 mm 0.25~1.5 N 0.5~8 mm 18~21 mm	6 7 7 3	12~15 mm 0.25~1.5N 3~5 mm 18~20 mm	6 7 5 3	
VDT 화질 화면 흑백 밝기의 대비(흑:백) 문자/부호 표시 색	1:2~1:20 녹색, 황색, 오렌지색, 백색	12 9	1:6~1:10 녹색, 황색	8 9	
화면 재생율(refresh rate) 문자/부호 밝기의 왜곡/불규칙 성(규정된 밝기에 대한 변화율) 화소 위상의 왜곡/불규칙성 (문자 높이에 대한 위상변화율) 문자, 부호의 밝기 (광속발산도)	50 hz 이상 300%이하 10%이하 35 cd/m <sup>2</sup> 이상 으로 조정 가능할 것	10 4 3 6	적색, 청색은 제외할 것 80 hz이상 50%이하 2%이하 45 cd/m <sup>2</sup> 이상 으로 조정 가능할 것	5 5 3 2 3	3~76 cd/m <sup>2</sup> (실태)
VDT 직무 설계 작업/휴식 시간 분포	1시간 작업후 15분 휴식 또 는 50분 작업 후 10분 휴식	7	50분 작업후 10분 휴식	4	

치를 제시한 표준/지침 중 과반수 이상이 공통적으로 추천하는 범위를 보여준다. 한국표준연구소의 연구 결과도 대부분 이 범위 내에 수용되므로 우리나라 실정에 맞는 VDT 작업환경 지침의 기초 자료로 사용되어도 무리가 없으리라 생각된다.

한글과 영문자는 구조적 특성이 다르기 때문에 동일한 방식으로 화면에 표시되었다 하더라도 사용자가 이를 분별하고 의미를 이해할 수 있는 정도는 차이가 있을 것이다. 따라서 VDT 화질에 관한 일부 항목(문자크기, 문자를 구성하는 화소 행렬의 크기, 문자 종횡비, 문자 획폭비, 글자간 띄우기, 행간 띄우기, 단어간 띄우기)에 대해서는 한글의 기하학적 형태를 고려한 별도의 연구를 통해 지침이 마련되어야 할 것이다. 한국인의 체형 역시

서구인과 다르기 때문에 VDT 작업장 설계에 관련된 지침 중 일부 항목(작업면의 높이, 폭, 깊이; 의자 좌면의 높이; 무릎 공간의 높이, 폭, 깊이; Home 키-바닥으로부터의 높이)에 있어서는 구미 각국의 지침이 제시하는 추천치보다 한국표준연구소에서 수행한 연구자료가 훨씬 유용하게 이용될 수 있을 것이다(표 4).

#### IV. 결 론

VDT 작업에 대한 지침은 사용자들에게는 컴퓨터의 올바른 사용 방법 즉 올바른 작업자세, 적당한 휴식시간 및 휴식방법 등을 제공함으로써 새로운 작업환경이 사용자의 건강에 미치는 유해한 영향을 미연에 방지할 수

〈표 4〉 VDT 관련 각국의 표준/지침 추천치 범위와 국내 VDT 작업장의 실태 비교 (인종적, 언어/문자적 차이의 영향이 큰 항목)

항 목 (척 도)	추천치의 최대 범 위	최대범위를 제시한 표준/지침수	추천치의 공통 범 위	공통범위를 제시한 표준/지침수	국내 VDT작업장의 실태 또는 VDT 사용자들의 선호도
VDT 작업장					
VDT 작업면의 높이 (바닥으로부터의 높이)	800 mm이하	9	650~750 mm	4	643~763 mm(실태) 595~713 mm(선호)
VDT작업면의 폭	600 mm이상	4	1200 mm이상	4	450~2000 mm(실태)
VDT작업면의 깊이	400 mm이상	3	900 mm이상	3	550~1240 mm(실태)
의자 좌면의 높이	35~52 cm	3	42~45 cm	3	36.9~45.5 cm(선호)
무릎 공간 높이	640 mm이상	5	690 mm이상	5	
무릎 공간 폭	510 mm이상	4	580 mm이상	4	
무릎 공간 깊이	460 mm이상	4	600 mm이상	4	
홈(home)키의 높이 (바닥으로부터의 높이)	750 mm이하	2	700 mm이하	2	665~828 mm(실태) 625~748 mm(선호)
VDT화질					
視角(visual angle)으로 표현 한 문자 크기(minute of arc)	10~25 min	11	16~20 min	10	
문자를 구성하는 화소 행렬의 크기(가로×세로)	5×7이상	12	5×7~12×18	12	
문자 종횡비(중:횡)	1:0.5~1:1	6	1:0.8~1:1	6	
문자 획폭비(문자 높이에 대한 획 두께의 백분율)	8~33%	4	8~10%	3	(어두운 배경 에 밝은 문자) 17% (밝은 배경에 어두운 문자)
글자간 띄우기(문자 높이에 대한 글자 간격의 백분율)	10~50%	7	20~30%	6	
단어간 띄우기(문자 높이에 대한 단어 간격의 백분율)	50~100%	3	50~70%	3	
행간 띄우기(문자 높이에 대한 행 간격의 백분율)	10~500%	10	100%	6	

있어야 하며 과학적으로 입증되지 아니한 VDT 관련 건강 정보에 지나치게 신경을 쓰지 않도록 하는 기능을 가져야 한다. 또한 전산업무 관리자들에게는 VDT 작업의 특성을 잘 이해할 수 있도록 하여 작업환경이나 작업 설계에 안전을 기할 수 있도록 하여야 한다. VDT에 대한 설계지침은 개발되는 모든 컴퓨터단말기의 사양을 인간 공학적인 규격에 맞도록 하여 비인간공학적인 설계로 발생될 수 있는 문제를 사전에 예방할 수 있어야 한다. 이와 같은 기능을 가진 VDT 작업환경 지침은 인간-컴퓨터 인터페이스 효율을 증대시키는데도 크게 기여할 수 있을 것이다.

**참 고 문 헌**

1. A. Cakir, D. J. Hart and T. F. M. Stewart: Visual Display Terminals, Wiley, New York (1980).
2. R. A. Erickson, P. M. Linton and J. C. Hemingway: Human factors experiment with television. Technical Report NWC TP4537, Chine Lake, Calif., Naval Weapons Center (1968).
3. E. Grandjean: Ergonomics in Computerized Offices, Taylor & Francis, London (1987).
4. M. G. Helander and B. A. Rupp: An overview of standard and guidelnes for visual display terminals, Applied Ergonomics, 15, 185-195 (1984).
5. W. Hünting, E. Grandjean and K. Maeda: Constrained postures in accounting machine operators, Applied Ergonomics, 11, 145-149 (1980).
6. T. Läubli, W. Hunting and E. Grandjean: Postural and visual loads at VDT workplaces, Part 2: lighting conditions and visual impairments, Ergonomics, 24, 933-944 (1981).
7. K. Maeda, W. Hunting and E. Grandjean: Localized fatigue in accounting machune operators, Journal of Occupational Medicine, 22, 810-816 (1980).
8. National Research Council: Video Display, Work and Vision, Report of the panel on impack of video viewing on vision of workers, NAP, Washington, DC (1983)
9. D. A. Shurtleff: How to Make Displays Legible, Human Interface Design, La Mirada, CA (1980).
10. A. B. Smith, S. Tanaka and W. Halperin: Correlates of ocular and somatic symptoms among VDT users, Human Factors, 26, 143-156 (1984)
11. H. L. Snyder and N E. Maddox: Information Transfer from Computer Generated Dot Matrix Displays. Technical report HFL-78-3, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia (1978).

12. L. W. Stammerjohn, M. J. Smith and B. G. F. Cohen. Evaluation of workstation design factors in VDT operations, Human Factors. 23, 401-412 (19 81).
13. 한국전산원, VDT 작업환경 지침 연구, NCA-RE-90 32 (1990).
14. 한국표준연구소, VDT workstation의 인간공학적 설계 및 평가 기술에 관한 연구, KSRI-91-69-IR (1991)

**이 동 하**



1981 서울대학교 산업공학과(학사)  
 1983 한국과학기술원 산업공학과(석사)  
 1990 한국과학기술원 산업공학과(공학박사)  
 1987 ~ 1989 수원대학교 산업공학과 전임강사  
 1989 ~ 현재 수원대학교 산업공학과 조교수  
 관심 분야: 인간공학, HCI

**노 재 호**



1979 한양대학교 산업공학 학사  
 1981 한국과학기술원 산업공학석사  
 1985 ~ 한국과학기술원 산업공학 박사과정  
 1982 ~ 현재 김천대학교 산업공학과 부교수 근무중  
 관심 분야: 인간-기계 시스템 설계-Visual interface, Cognitive Process-Visual perception, Information-measurement & reduction

**윤 철 호**



1979 한양대학교 지원공학과 학사  
 1985 일본 동경공업대학 경영공학과 석사  
 1988 일본 동경공업대학 경영공학과 박사  
 1988 ~ 현재 한국전산원 책임연구원  
 관심 분야: 인자-컴퓨터 인터페이스, 인지공학, 인간공학

**이 남 식**



1978 서울대학교 농피넬 농회학과(학사)  
 1981 한국과학기술원 산업공학과(석사)  
 1987 한국과학기술원 산업공학과(박사)  
 1988 ~ 1989 미국 미시간대학 Post Doc.  
 1990 ~ 현재 한국표준과학연구원 인간공학연구소 선임연구원, 대한인간공학회 이사, 대한신입공학회 인간공학분과 위원

강, Human Factors Society, Ergonomics Society, IEEE, ACM SIGCHI 회원  
 관심 분야: HCI 맨-머신 시스템 설계, Virtual Reality