《研究論文》

Journal of the Human Engineering Society of Korea
Vol. 10 No. 2, December 1991.

VDT 작업을 위한 최적치수 및 작업자세에 관한 연구

(Preferred settings of the VDT Workstation dimensions & working posture)

박수찬† 이남식† 장명현† 김철중†

ABSTRACT

As the VDT work constrains work postures because of its work characteristics. VDT workstations should be properly designed so as to be fitted to various types of physical conditions of operators. Therefore, in this study, the preferred settings of VDT workstation dimensions and work postures were studied in order to determine the appropriate dimensions and the work postures for VDT operators which will alleviate the musculoskeletal troubles or visual fatigue. The scpoe of the study is as follows.

1. Measurement and analysis of the preferred settings of the height of workstation, keyboard, seat, and screen among the experienced VDT operators.
2. Analysis of the relationship between the preferred settings of workstation height and the seat height control among the experienced VDT operators.
3. Analysis of the work postures of the experienced VDT operators.

Ⅰ. 서론

정보화사회의 발달로 인하여 정부기관, 교육기관, 금융기관, 기업체 등에서 사용되고 있는 각종 컴퓨터뿐만 아니라 가정에서도 개인용컴퓨터(PC: Personal computer)를 이용하고 있어 국내의 컴퓨터 단말기(VDT: Visual display Terminal 또는 VDU: Visual Display Unit)의 보급이 이미 백만대를 넘었으며 계속 증가되고 있는 추세에 있다. 일반적으로 컴퓨터의 도입으로 생산성을 향상시키고 편리함을 주게 되지만 VDT의 작업특성상 일반 사무작업과는 다른 작업형태, 작업내용, 작업부하 등을 수반하게 되어 VDT 작업으로 인한 VDT증후군(VDT syndrome)이라는 새로운 용어를 발생시켜 사회문제로 야기시키기도 한다. 즉 VDT 작업자들은 제한된 작업자세와 작업량, 화질(image quality), 조명환경 등의 복합적인 작업환경에 따른 시각적 피로(Visual discomfort)와 근골계의 불편(musculoskeletal discomfort) 등의 호소를 하게 되는데 이는 적절한 휴식으로 원상회복이 가능하나 작업환경이 열악하고 반복적으로 이러한 문제가 장기간 누적이 될 경우에는 cumulative trauma disorder로 발전할 가능성이 높다. 이미 자료입력 전문직에서는 손목병(carpal

† 한국표준과학연구원 인간공학연구실

tunnel syndrome)이 직업병으로 인식되고 있으며[1][2] 미국을 비롯한 유럽, 일본 등에서는 VDT 작업자들을 보호하기 위한 관계법령 및 사용자 지침을 마련하여 시행하고 있다[3]. 국내에서도 VDT 작업환경에 대한 사회적인 인식이 높아감에 따라 VDT 사용자 지침 및 사용기준에 대한 요구가 점차 커지고 있는 실정이다.

VDT 작업에서 자세가 제약됨에 따라 작업대나 작업의자가 작업자의 신체적 특성과 맞지 않을 때 일반 사무작업보다 더욱 민감한 반응을 보이므로 VDT Workstation의 설계치수는 다양한 체격의 사용자들이 수용할 수 있도록 설계되어 최적의 작업자세를 유지할 수 있도록 하여야 한다. 어떠한 작업자세가 최적의 자세인지를 밝히는 정확한 연구는 없으나 몇몇 연구자들에 의해 밝혀진 것을 보면, 각 개인의 선호치수를 조사하는 과정에서 인간공학적인 원칙에는 아주 벗어나도록 조절하는 피실험자도 발견되나 평균적으로 추천치에 근접하게 선호한다는 연구[4]와 VDT 작업에서 개개인이 선호하는 자세를 재현성있게 조절하는 것을 관찰할 수 있었다는 연구[5] 등이 있으며, VDT 작업대의 최적높이 연구[8], VDT 구성요소와 개인 작업자의 적합성에 관한 연구[9] 등에 근거하여 가장 선호하는 치수를 설계치수로 하는 데에는 큰 무리가 없는 것으로 가정하였다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 사람들의 체격에 맞는 VDT Workstation의 설계치수를 결정하기 위하여 사용자들이 가장 선호하는 치수(최적치수)를 찾아 최적의 자세 즉, 가장 근골계의 피로나 시각피로를 줄일 수 있는 설계치수를 제시하고자 하였다.

Ⅱ. 연구방법

2.1 연구범위

연구의 범위는 ① VDT사용 경험집단의 선호치수 및 허용치수범위(작업대 높이, 의자높이, 화면높이, 눈 화면간거리) ② VDT 사용 경험집단의 작업대(높이를 70cm로 고정) 및 의자높이 조절에 영향을 미치는 요인 ③ VDT 사용 경험집단의 선호치수로 조절된 Workstation에서의 작업자세로 한정하였으며 실험은 그림2와 같은 실험절차를 통하여 이루어졌다.

2.2 피실험자

피실험자는 VDT사용 경험이 있는 72명(남자 39명, 여자 33명)을 대상으로 하였으며 평균연령은 만28.8±5.0세였다. 남자의 경우는 프로그래밍, MIS조회 등 대화식 작업에 경험이 있는 그룹이었고 여자의 경우는 워드프로세서 작업이 주를 이루었다.

2.3 실험장비

인체측정은 Martin식 자를 이용한 직접측정을 하였으며 VDT Workstation의 선호치수 및 수용범위는 그림1과 같이 제작된 전동식 조절 작업대를 사용하여 측정하였다. 작업대는 키보드면과 모니터면이 서로 독립적으로 피실험자가 높이를 쉽게 조절할 수 있도록 구동 스위치를 부착하였으며 모니터면은 전후로 조절할 수 있도록 제작하였다. 조절범위는 키보드면 높이: 58cm~100cm, 모니터면 높이: 75cm~100cm, 화면의 조절거리: 50cm로 하였다. 실험에 사용된 의자(보루네오가구)는 가스실린더식으로 높이를 조절할 수 있으며(36cm~50cm) 요추지지대가 있고 좌면이 회전가능하였다. 또한 키보드는 중심열까지의 높이가 3.5cm였고 1.4 inch 크기의 모니터에 VGA font로 글자를 표시하도록 하였다.

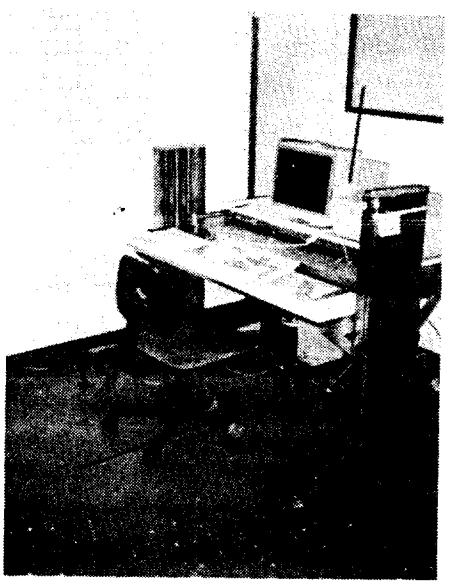


그림1. 전동식 조절 작업대

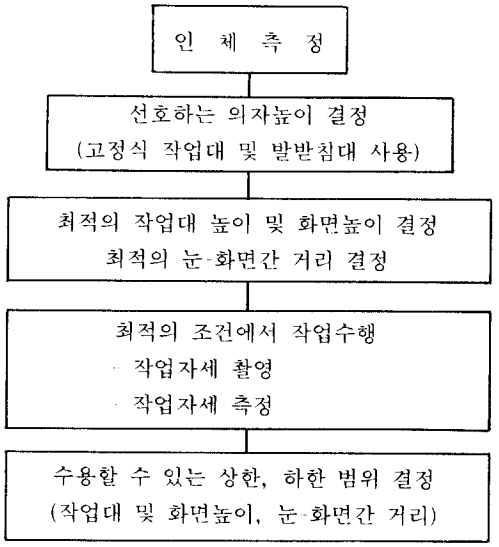


그림2. 실험절차

2.4 실험방법

2.4.1 인체측정

인체측정은 11개 기본부위를 평소 근무복 차림으로 실내에서 사용하는 신발을 신은 상태로 측정하였으며 11개 측정부위는 다음과 같다. 이때 키 항목은 신발을 벗은 상태에서 측정하였다. 키, 앉은 키, 앉은 눈높이, 앉은 팔꿈치 높이, 앉은 장단지 높이, 앉은 오금 높이, 앉은 무릎높이, 팔꿈치-손끝길이, 엉덩이-무릎길이, 엉덩이-오금길이, 신발 뒤굽 높이

2.4.2 작업대(키보드) 높이와 의자높이

대부분 작업대 높이를 조절할 수 있는 경우는 많지 않으므로 흔히 사무실에서 사용하고 있는 높이인 70cm로 작업대 높이를 기준으로 하고 의자높이를 조절하여 의자높이를 결정하는 실험과 의자높이 41.5cm±0.5cm를 기준으로 하여 작업대(키보드) 높이를 결정하는 실험을 하였다. 이때 의자가 너무 높아져서 다리가 불편할 경우에는 발받침대를 사용토록 하였으며 의자와 높이는 작업자가 의자에 앉아 쿠션이 눌려진 높이를 측정하였다.

2.4.3 선호치수와 수용범위

의자높이 41.5cm±0.5cm(앉은 오금 높이 평균)를 기준으로 하여 실험자가 가장 편안한 자세를 취할 수 있는 작업대(키보드) 및 화면 중심 높이, 눈-화면사이의 거리를 조절토록 하는 것으로 선호치수를 취하였다. 수용범위는 피실험자가 작업자세의 변화로 신체부위에 부담을 느끼거나 제약을 받는 등 자신이 느끼기에 바람직하지 못한 상한선 및 하한선을 지적토록 하였다. 이때 피실험자들에게 충분한 조절시간을 주어 수용 상한선과 하한선을 찾을 수 있도록 하였으며 선호치수와 수용범위를 결정할 때에는 워드프로세서를 이용하여 약 10분 정도 입력할 수 있는 원고를 입력토록 하고 수시로 자세를 바꾸면서 최종적인 자세를 결정토록 하였다.

2.4.4 작업자세

작업자세의 측정은 가장 선호하는 작업대(키보드) 및 화면 중심 높이, 눈-화면간 거리를 선택한 후 편안하고 자연스런 상태에서 작업을 하도록 하여 직접측정과 2분정도 8mm 카메라로 녹화하였다. 녹화된 자료는 Grandjean 등[5]이 정의한 그림3과 같은 자세의 각도 측정을 video digitizer로 Machintosh Ⅱx 컴퓨트에 입력한 후 Claris CAD의 각도 측정기능을 이용하였으며 직접 측정치와 간접 측정치와의 차이는 통계적으로 무시할 만하였다. 각 작업자세에 대한 측정부위의 측정정의는 다음과 같다.

① 몸통 경사각(Trunk Inclination): 어깨점(acromion)과 대퇴돌기점(trochanterion)을 이은선이 대퇴돌기점을 지나는 수평선과 이루는 각.

② 머리각도(Head Inclination): 목뒷점(cervical)을 축으로 하여 목뒷점을 지나는 수직선과 목뒷점에서 이주점(tragion)을 잇는 선이 이루는 각.

③ 화면을 바라보는 각도(Viewing angle): 수평전방주시선과 눈에는 화면중심을 잇는 선이 이루는 각.

④ 팔꿈치각도(Elbow angle): 요골점(radiale)을 축으로 하여 어깨점(acromion)과 척골경상 돌기(ulna stylion)가 이루는 각.

⑤ 상완외전각(Upper arm abduction): 어깨점(acromion)을 축으로 몸통과 수직인선이 어깨점에서 요골점(radiale)을 이은선이 이루는 각.

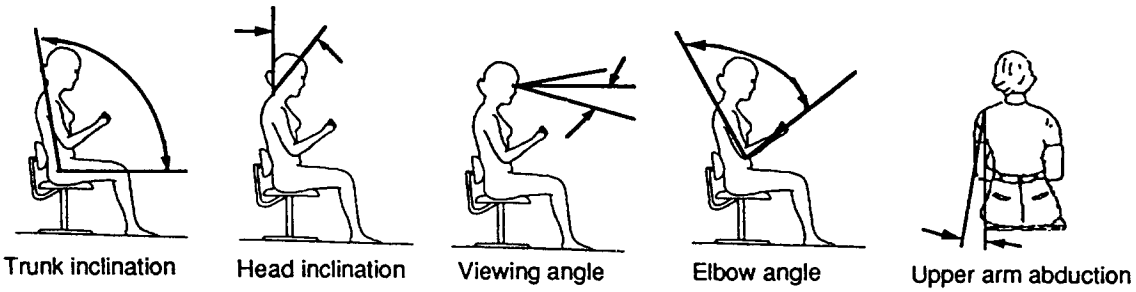


그림3. 작업자세측정을 위한 자세의 정의

Ⅲ. 결과 및 분석

72명에 대한 기본 부위의 인체치수는 표1에 나타냈으며 의자높이, 작업대 높이(키보드 높이), 화면 중심 높이, 눈-화면간 거리에 대한 선호범위 및 수용범위의 결과와 작업자세 측정결과는 표2, 표3과 같다.

표1. 기본부위의 인체측정(단위: cm)

부 위	Mean±S.D	5th %ile	95th %ile
Stature	165.4±7.3	153.5	177.8
Sitting height	88.5±3.9	81.4	94.2
Eye height	78.2±3.9	71.5	84.0
Elbow rest height, sitting	25.6±2.4	20.8	28.9
Thight height, sitting	53.0±2.8	48.9	57.7
Knee height, sitting	50.9±2.9	45.3	55.7
Popliteal height, sitting	41.8±2.3	36.9	45.4
Elbow-fingertip length	43.1±2.5	38.7	47.0
Buttock-Knee length, sitting	54.4±2.6	49.1	58.4
Buttock-popliteal length , sitting	44.4±2.2	40.4	48.0
Shoe height	2.7±0.7	-	-

표2. 선호범위 및 수용범위 비교표(단위: cm)

항 목	Mean±S.D	선 호 범 위		수 용 범 위	
		5th %ile	95th %ile	5th %ile	95th %ile
Seat height (Popliteal+shoe)	44.5±2.9 (41.8±2.9)	39.2 (36.9)	49.1 (45.5)	-	-
Worksurface height	65.5±3.4	59.5	71.3	56.5	73.0
Keyboard height	69.0±3.4	62.5	74.8	60.0	76.5
Screen center height	101.1±2.9	96.7	107.1	95.5	110.5
Eye-Screen distance	68.2±8.6	53.5	82.8	53.5	85.5

항 목	본 연 구		실 태 조 사*		Grandjean**	
	Mean±S.D	Range	Mean±S.D	Range	Mean±S.D	Range
Trunk inclination	95.2±5.8	80-112	92.2±10.6	71-125	104±6.9	91-128
Head inclination	45.9±8.3	24.5-65	30.1±7.6	5-50	51±6.1	34-65
Viewing angle	8.6±2.8	3-15	12±7.3	1-45	9±4.5	2-26
Elbow angle	96.6±14.1	67-142	108.6±18.7	72-154	99±12.3	75-125
Upper arm abduction	17.2±6.3	5-35	-	-	22±7.7	11-44

* 김철중 등의 실태조사 연구(1991) ** Grandjean 등의 연구(1983)

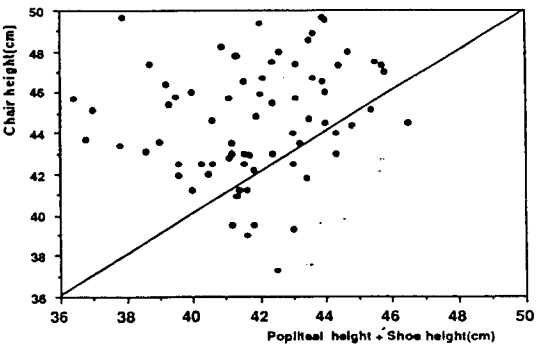


그림4. 의자의 선호 높이와 추천높이의 관계

3.1 선호치수 및 수용범위

3.1.1 의자높이

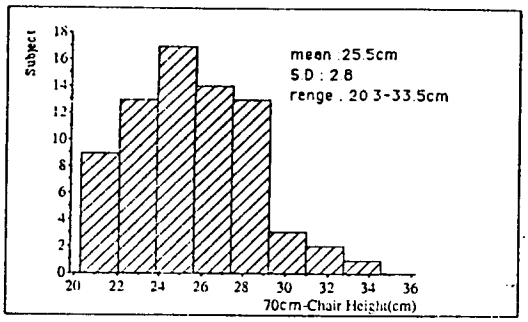
최적의 작업자세를 유지하기 위해서는 Worksation의 setting이 잘 이루어져야 한다. 의자 높이가 신체에 미치는 영향을 보면, 의자가 지나치게 높을 경우에는 오금과 대퇴부를 압박하여 혈액순환을 나쁘게 하며 신경을 압박하고, 의자 높이가 너무 낮을 때는 무릎 각과 엉덩이 각이 줄어들어 좌골결절에 지나친 압력과 요추후만(lumbar kyposis)이 두드러져 앉아 있기가 어렵다[6]. 때문에 인간공학적인 설계원칙은 무릎각이 90°이상되도록 하여 척추후만을 막도록 하며 발받침대를 이용하여 적절하게 대처하도록 하고 있다[7]. 본 실험에서는 작업대 높이를 70cm로 고정시켜 키보드에서 입력작업을 하도록 하였을 때 의자쿠션이 눌려진 상태의 높이를 측정한 결과 평균은 44.5cm, 표준편차는 2.9cm, 범위는 37.3cm~49.7cm로 나타났으며 전체의 79.2%는 발받침대 사용을 원하였다. 이를 인간공학적인 추천치(앉은 오금높이+신발두께)와 비교해 보면 표2, 그림4와 같다. 그림4에서 볼 수 있듯이 인간공학적인 추천치보다는 의자높이를 높게 조절하는 경향을 나타내고 있으며, 79.2%가 발받침대 사용을 원하는 것으로 보아 대부분의 작업자들에게 의자높이를 충분히 조절할 수 있도록 허용한다면 작업면 높이(즉 키보드작업을 편하게 할 수 있는 높이)에 의자를 맞춘다고 해석할 수 있다.

3.1.2 여유간격

대부분의 작업자들은 등판(backrest)에 등을 기대어 앉은 자세에서 때때로 다리를 쭉뻗거나 다리를 꼬고 앉으므로 작업대 아래 다리를 위한 여유공간이 충분치 않으면 머리의 움직임이 제한되고 목·어깨·허리 부분의 통증호소율이 증가하게 되며[11], 또한 작업자세에 변화를 가져오기 어렵게 되어 근골계 부담을 전반적으로 증가시킨다[7]. 작업대 높이를 기준으로 하여 의자높이를 조절하였을 때와 의자높이를 기준으로 하여 작업대 높이를 조절하였을 때의 여유간격에 대한 분포를 그림5에 나타냈다. 이들 값이 서로 통계적으로는 유의한 차이를 갖고자 하는 경향이 있는 것으로 판단된다. 따라서 작업면 높이의 설정에 잇어 이 여유간격은 가장 중요한 설계변수(design parameter)가 된다.

Noro 등[8]이 제시한 차척(差尺: 여유간격) 공식(1/3x 앉은키-5)과 본 연구에서 측정된 여유간

격을 비교하여 보았을 때 그림6에 나타난 바와 같이 ±6cm의 차이를 보여 한국인을 대상으로 적용하기에는 적절하지 못하다고 판단된다.



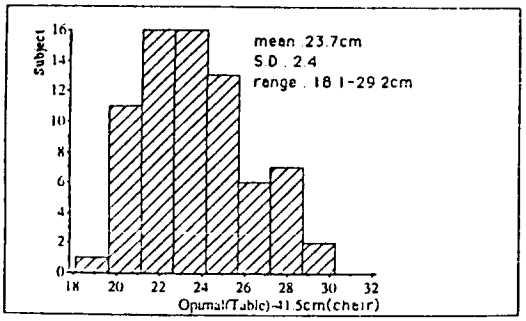


그림5. 여유간격의 분포도

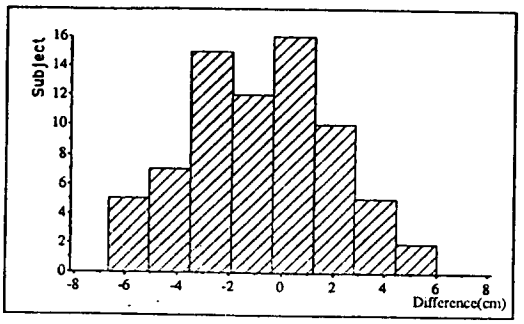


그림6. Noro 등의 차척(差尺) 공식 과의 차이

3.1.3 키보드 높이

키보드 높이(작업면 높이)는 Workstation 설계 치수를 결정하기 위한 중요한 요소중의 하나로써 키보드면이 너무 높으면 어깨 또는 상완이 들리게 되어 목이나 어깨부위에 통증이나 경련을 유발할 수 있으며[15][16], 상완(upper arm)의 외전(abduction)이 커져서 삼각근(deltoideus)에 부담을 주거나 어깨가 위로 올라가게 되어 승모근(trapezius)이 쉽게 피로해 진다[17]. 반면에 너무 낮으면 허리를 과도하게 구부리게 되어 등이나 허리에 많은 부하를 받게 되거나[15][16] 어깨가 앞쪽으로 동시에 아래쪽으로 쳐져서 견갑거근(levator scapulae)에 부담을 주게 된다[18]. 작업면

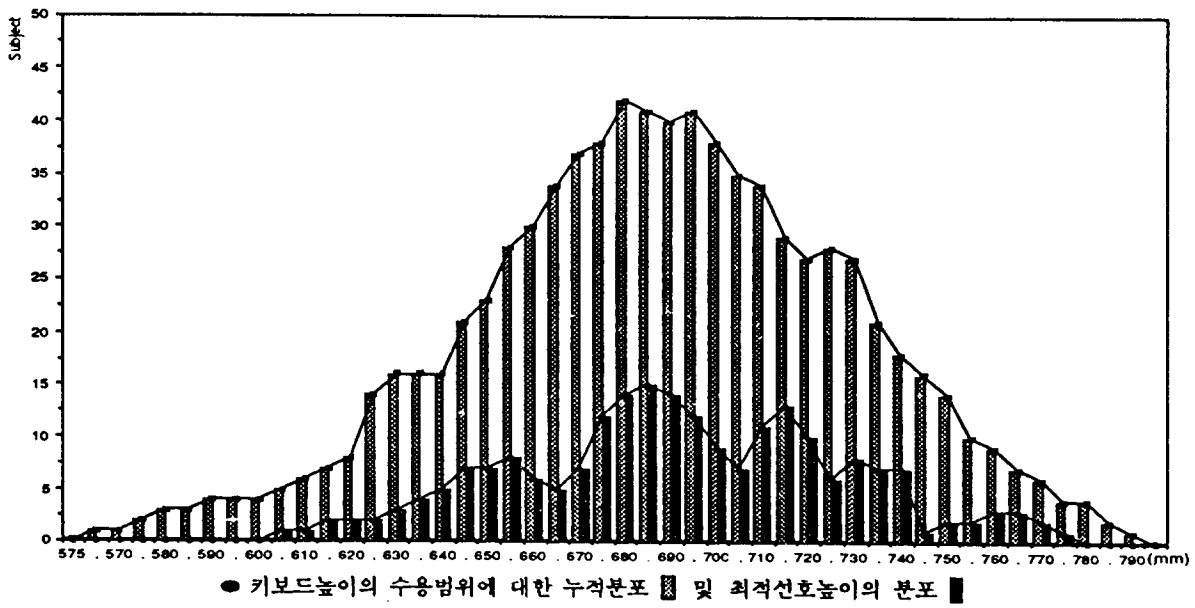


그림7. 키보드 높이의 선호범위 및 수용범위 분포도

의 적정높이 결정은 의자 높이와 키보드 높이가 서로 의존적인 관계를 갖고 있기 때문에 두변수에 모두 자유도를 부여치 않고 의자 높이를 고정하여 키보드 선호 높이(작업면 높이+3.5cm)를 결정하므로써 작업면과 대퇴부 사이의 여유공간을 결정토록 하였다. 키보드 높이의 선호범위 및 수용범위의 결정에 관한 결과는 표2에 나타낸 바와 같이 키보드 높이의 평균 및 표준편차는 69.0cm±3.4cm이며 95% 신뢰구간에서 선호범위 및 수용범위는 각각 62.5cm~74.8cm, 60.0cm~76.5cm이다. 또한, 선호범위 및 수용범위의 누적돗수 분포를알아보기 위해 0.5cm 간격으로 수용범위에 대한 측정치를 누적하여 나타낸 키보드 높이의 선호범위(optimal range)와 수용범위(acceptable range)에 대한 분포를 그림7에 나타내고 있다.

3.1.4 화면중심 높이

화면의 위치가 정상적인 시선의 범위를 벗어나 너무 높거나, 너무 낮을 경우 자세를 바꾼다든지 불편을 호소하는 율이 증가하며[12], 화면 높이의 인간공학적인 설계원칙은 화면의 상단이 VDT 사용자의 눈의 높이를 넘지 않도록 하여야 한다[7]. 화면중심 높이 결정은 키보드 높이와 마찬가지로 의자 높이와 서로 의존적이기 때문에 키보드 높이 결정과 같은 방법으로 결과를 얻을 수 있었다. 그 결과는 표2에 나타낸 바와 같이 평균 및 표준편차는 101.0cm±2.9cm이며 95% 신뢰구간에서 선호범위 및 수용범위는 96.7cm~107.1cm, 95.5cm~110.5cm이다. 또한 화면중심 높이의 선호범위(optimal range)와 수용범위(acceptable range)의 누적돗수 분포는 그림8과 같다.

3.1.5 눈-화면사이 거리

눈-화면사이의 거리는 작업자세에 따라 수시로 많은 변화를 보이므로 키보드 높이 및 화면중심 높이를 선호의 상태로 조절한 후 자세를 고정하여 측정하였다. 그 결과는 표2에 나타낸 바와 같이 평균 및 표준편차가 68.2cm±8.6cm였으며 95% 신뢰구간에서 선호범위 및 수용범위는 각각 53.5cm~82.8cm, 49.3cm~98.3cm이다. 그림 9는 눈 화면사이의 거리에 대한 선호치수의 빈도수를 나타낸 분포도이다.

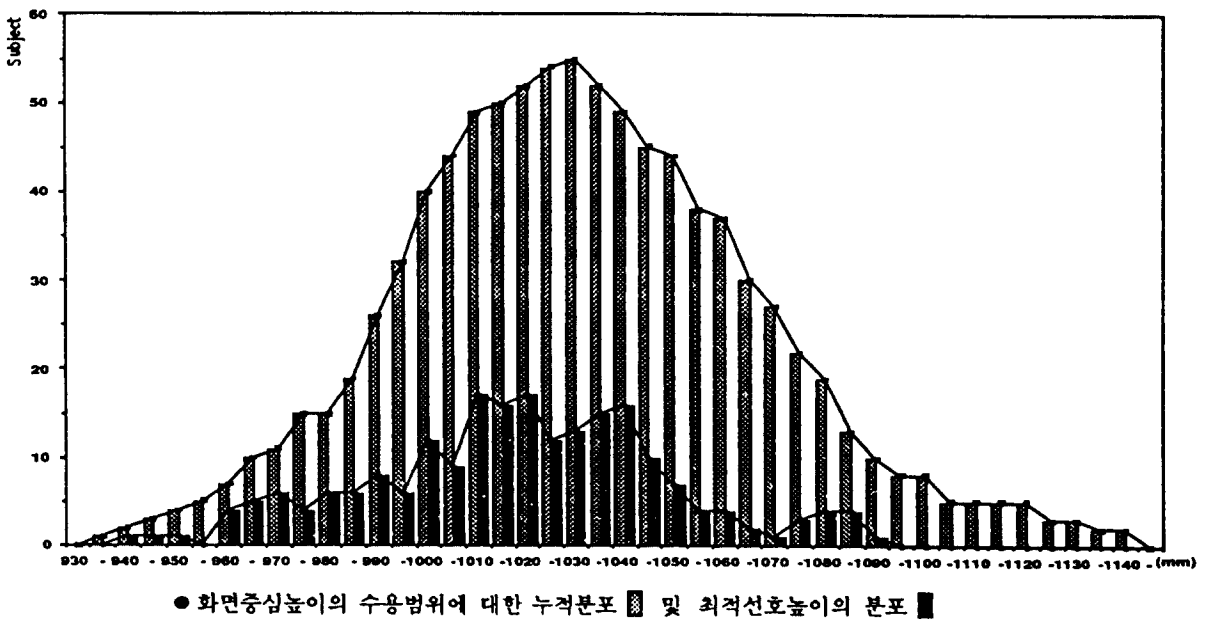


그림8. 화면중심 높이의 최적범위 및 수용범위의 분포도

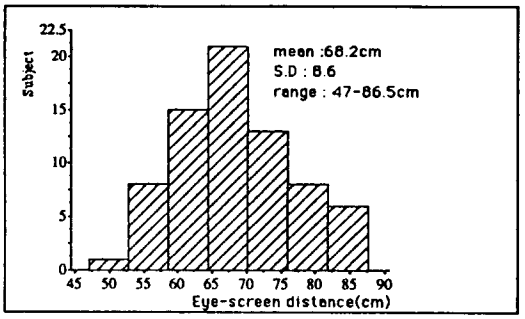


그림9. 눈-화면사이 거리에 대한 선호치수의 빈도수

3.2 작업자세

작업자세의 측정은 작업시 자세의 변화가 크기 때문에 피실험자가 가장 선호하는 범위로 Work station을 조절토록 한 상태에서 측정된 결과로써 그 결과를 김철중 등의 실태조사보고[3]와 Grandjean 등[5]의 결과와 비교하였다.

3.2.1 몸통 경사각(trunk Inclination)

몸통 경사각의 평균 및 표준편차는 표3에 나타낸 바와 같이 95.2°±5.8°였으며 범위는 80°~112°이었다. 그림10은 몸통 경사각의 분포 빈도수를 나타낸 분포도로써 95° 신뢰구간에서의 범위는 89°~103°이다. 이는 작업시 허리를 곧게 편 자세(90°) 보다는 약간 뒤로 이완된 자세를 보였음을 알 수 있으나 김철중 등의 실태조사에서는 약 40% 이상이 몸을 앞으로 수구린 자세를 보여주고 있다고 보고 하였다. 이는 무릎 여유공간이 부족하거나 요추 지지대의 부재 혹은 키보드 높이와 의자 높이 부적합 등을 들 수 있다. Grandjean 등의 연구보고에 의하면 평균 표준편차는 104°±6.9°이며 95% 신뢰구간에서 97°~121°의 분포를 보이고 있

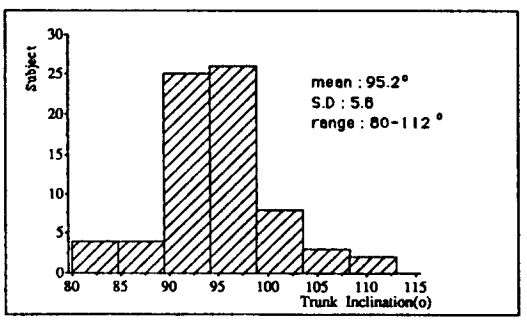


그림10. 몸통경사각의 분포

는 것으로 보아 본 조사 결과보다 자세가 뒤로 더 이완된 자세임을 알 수 있다.

3.2.2 머리 각도(Head Inclination)

머리각도의 평균 및 표준편차는 표3에 나타낸 바와 같이 45.9°였으며 범위는 24.5°~65°였다. 그림11은 머리각도의 분포 빈도수를 나타낸 분포도로써 95% 신뢰구간에서의 범위는 30.0°~58.4°였으며 Grandjean 등의 연구보고에 의하면 평균 및 표준편차가 51°±6.1°로써 머리각도는 본 연구결과나 실태조사보다 더 숙여진 상태를 보이고 있는데 이는 몸통경사각이 뒤로 더 이완 자세를 취하고 있기 때문으로 판단된다. 일반적으로 앉은 자세에서 머리를 앞으로 숙이는 정도가 커질수록 머리를 지지하는 목의 근육을 쉽게 피로하게 하여[10] 목의 뻐근함과 통증에 대한 호소율이 증가한다[13][14].

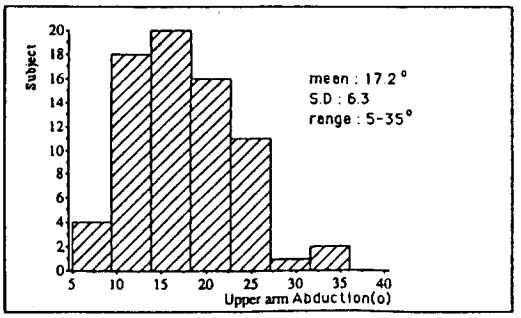


그림11. 머리각도의 분포

3.2.3 화면을 바라보는 각도(Viewing angle)

화면을 바라보는 각도는 의자 등판에 기대는 일반적인 자세를 취했을 때 수평아래 10°~15° 정도가 되는데 이 경우 눈에 불편을 주지않고 주시할 수 있는 주시범위는 수평위 5°에서 수평아래 30° 정도가 된다. 표3에 나타낸 바와 같이 본 연구의 평균 및 표준편차가 8.6°±2.8°였으며 범위는 3°~15°였다. 그림12는 화면을 바라보는 각의 분포 빈도수를 나타낸 분포도로써 95% 신뢰구간에서의 범위는 5°~13°였으며 Grandjen 등의 연구보고에 의하면 평균 및 표준편차가 9°±4.5°이고 신뢰구간에서의 범위는 4°~14°로써 본 연구 결과와 차이가 없음을 알 수 있었으나 Grandjean 등의 연구에서는 전방 수평 주시선위에 화면중심이 놓이는

경우가 있었지만 본 연구에서는 나타나지 않았다.

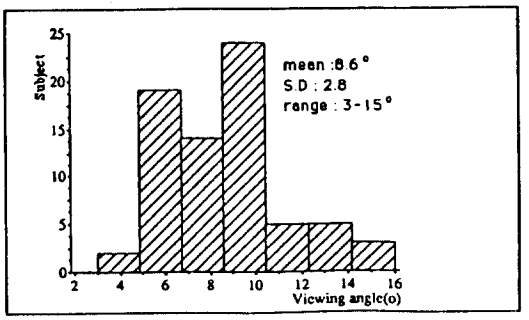


그림12. 화면을 바라보는 각도의 분포

3.2.4 팔굽힘 각도(Elbow angle)

팔굽힘 각도의 평균 및 표준편차는 표3에 나타낸 바와 같이 96.6°±14.1°였으며 범위는 80°~110°였다. 그림 13은 팔굽힘 각도의 분포 빈도수를 나타낸 분포도로써 95% 신뢰구간에서의 범위는 78°~121°였으며 Grandjean 등의 연구보고에 의하면 평균 및 표준편차가 99°±12.3°이고 95% 신뢰구간에서의 범위는 87°~111°로써 본 연구결과와는 차이가 없음을 알 수 있었다. 그러나 김철중 등의 실태조사 보고에서는 평균 및 표준편차가 108.6°±18.7°이고 범위는 72°~154°로 나타나 본 연구와 Grandjean 등의 연구보다 크게 나타났다. 팔꿈치 각도가 135°를 초과하였을 때는 팔을 지지하는 근육이 과다하게 사용되어 피로와 불만족의 원인이 된다는 연구결과[13][14]로도 알 수 있듯이 실태조사시 나타난 결과는 기존 Workstation 및 작업자세의 개선이 요구되는 것으로 판단된다.

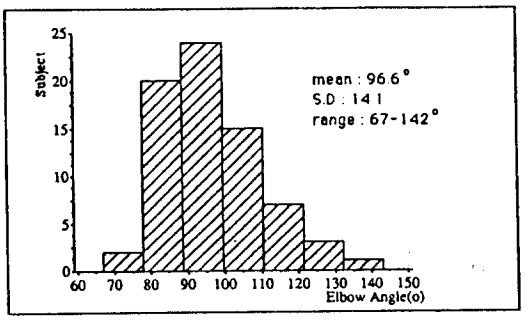


그림13. 팔꿈치각도의 분포

3.2.5 상완 외전각(Upper arm abduction)

상완외전각의 평균 및 표준편차는 표3에 나타낸 바와 같이 17.2°±6.3이였으며 범위는 5°~35°였다. 그림 14는 상완외전각에 대한 분포 빈도수를 나타낸 분포도이며 95% 신뢰구간에서의 범위는 5.6°~26.6°이였다. 이는 상완의 신전이 25°이내, 외전이 15°~20°가 되도록 하는 것이 이상적으로 볼 수 있다는 연구[10]와 합치함을 알 수 있으며 이러한 자세를 위해서는 팔을 지지하기 위한 어깨 근육이 더 많은 정적인 힘이 걸리지 않게 팔꿈치의 높이보다 키보드의 면이 지나치게 높아서는 안된다[19].

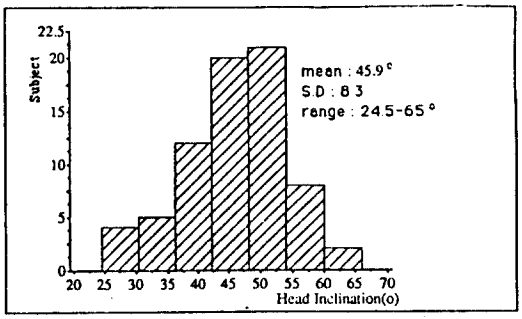


그림14. 상완외전각의 분포

Ⅳ. 결론

VDT 작업에 있어 올바른 작업자세는 작업자의 건강과 피로예방에 매우 중요하며 이러한 작업자세를 유지하기 위해서는 VDT Workstation의 치수 또한 쉽게 조절 가능하여야 하겠다. VDT의 올바른 사용을 위하여 본 연구를 토대로 내린 결론은 다음과 같다. 첫째, 작업면(키보드) 높이 결정에서 키보드 높이를 너무 높게 하거나, 전환(upper arm) 및 소녹을 작업면에 지지할 수 없는 경우, 또는 키보드 높이를 너무 낮게 하여 작업자가 고개를 숙여야 하는 자세를 유발하였을 때 목·어깨·팔·손 부위의 불편을 유발할 수 있으므로 작업면 높이 결정은 인체치수를 고려하여야 할 뿐만아니라 작업자의 활동 공간을 배려하여 높이를 결정하여야 한다. 둘째, 의자 높이 결정은 작업면과 무릎사이에 여유공간(평균24.6cm)을 두어 다리의 움직임에 불편을 주지 말아야 한다. 대체로 작업자는 작업면 높이에 의자높이를 맞추려는 경향이 있으므로 높이 조절이 가능한 의자를 사용하여 높이가 너무 높거나, 낮지 않도록 조절하여야 하며 대퇴부에 지나친

압박이 일어나지 않도록 발 받침대의 사용을 보급하여야 한다. 셋째, 화면중심 높이는 작업자의 시선이 수평주시선 아래 10°~15°에 머물도록 하여야 하므로 높이의 결정은 화면 상단이 눈 높이 수준에 오도록 하는 것이 바람직하다. 즉, 화면중심을 바라보는 각은 수평주시선 위로 5° 수평주시선 아래로 30° 범위 안에 놓이도록 하는 것이 바람직하다. 넷째, 작업자세는 작업면이나 의자높이 조절에 의존적이기 때문에 바람직한 자세유지를 위해서는 Workstation의 설치가 올바르게 이루어져야 한다. 다섯째, 몸통 경사각이 앞으로 구부러지는 정도가 클수록 목의 뻐근함과 통증 호소율이 증가되므로 몸통 경사각 90°를 기준하여 뒤로 10°~20° 사이로 이완되도록 자세를 취하는 것이 바람직하다. 여섯째, 팔굽힘 각이 135°를 초과하면 팔을 지지하는 근육이 과다하게 사용되어 피로와 불만족의 원인이 되며 상완의 외전각(upper arm abduction)이 15°~20°가 이상적이므로 팔꿈치 높이보다 키보드 면 높이가 지나치게 높아서는 안된다. 일곱째, 이상적인 VDT Workstation의 설계는 작업면 높이, 의자높이, 화면 높이 및 거리 등이 자유로이 조절될 수 있도록 설계되어야 하나 경제적인 측면에서 작업면 높이까지 조절토록 하는 것이 어려우므로 의자높이 및 발받침대 등으로 조절할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

본 연구를 통하여 얻은 VDT Workstation의 조절범위에 대한 추천치를 요약하면 ① 의자높이: 36.9cm~45.5cm ② 작업면 높이의 선호범위(optimal range) : 59cm~71.3cm, 수용범위(acceptable range) : 56.5cm~73cm ③ 키보드 높이의 선호범위(optimal range) : 62.5cm~74.8cm, 수용범위(acceptable range) : 60.0cm~76.5cm ④ 화면중심 높이의 선호범위(optimal range) : 96.7cm~107.1cm, 수용범위(acceptable range) : 95.5cm~110.5cm ⑤ 눈 화면간 거리의 선호범위(optimal range) : 53.5cm~82.8cm, 수용범위(acceptable range) : 53.5cm~85.5cm과 같다.

참 고 문 헌

[1] Vern Putz Anderson, Ed., *Cumulative trauma disoders: A manual for muscluoskeletal diseases of the upper limbs*, Tayler & Francis, 1988.

[2] K.H.E Kroemer, Cumulative trauma disoders: "Their recognition and ergonomics measures to avoid them", *Applied Ergonomics*, 20(4), pp. 274-280, 1989.

[3] 김철중 외, VDT Workstation의 인간공학적 설계 및 평가기술에 관한 연구(1차년도), KSRI 91-69-IR, 1991.

[4] Povlotsky, B. and Dubrosky, V., "Recomende versus preferred in design and use of computer workstations", *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meetings*, pp. 501 505, 1988.

[5] Grandjean, E. Hünting, W. and Pidermann, M., "VDT workstation design: preferred settings and their effects", *Human Factors*, Vol. 25, No. 2, pp. 161-175, 1983.

[6] Johsson, B and Anderson, G.B.J., "Fuctional anatomical and Biomechanical aspects on sitting," in Jonsson, B. ed., sitting work postures, *National Board of Occupational Safety and Health*, Sweden, 12, pp.6-17, 1978.

[7] ANSI/HFS 100 1988., "American national standard for human factors engineering of VDT Workstations", *The Fuman Factors Society, Inc.* 1988.

[8] H.Togami and K. Noro., "Optimum height of VDT Worktable", *The Japanese Journal of Ergonomics*, Vol. 23, No. 3, pp.155-162, 1987.

[9] N.Hirasawa, K.Noro. H.Togami., "Study on adaption of VDT components to individual operators", *The Japanese Journal of Ergonomics*, Vol. 26, No.2, pp. 87-93, 1990.

[10] Chanffin, D.B., and Anderson, G.B.

J., *Occupational Biomechanics*, John Wiley *& Sons, 1984.

[11] Läubli, T. and Grandjean, E., "The magic of control groups in VDT field studies", in Grandjean E. ed., *Ergonomics and in modern offices*, Taylor $ Francis London, 1984.

[12] Bhatnager, V., Drury, C.G., and Schiro, S.G., "Posture, postural discomfort, and performance", *Human Factors*, 27, pp. 189-199, 1985.

[13] Hünting, W., Grandjean, E. and Maeda, K., "Constrained postures in accounting macine operators", *Applied Ergonomics*, 11, pp. 145-149, 1980.

[14] Maeda, K., HUnting W. and Grandjean, E., "Localized fatigue in accounting machine operators", *Journal of Occuoational Medicine*, 22, pp. 810-816, 1980.

[15] Grndjean, E. and Burandt, H.U., "Korpermasse der Belegschaft eines schweizer-ischen Industriebetriebes", *Industrielle Organisation*, 31, pp. 239-242, 1962.

[16] Grndjean, E. and Burandt, H.U., "Das Sitzverhalten von Buroangestellten" *Industrielle Organisation*, 32, pp. 243-250, 1962.

[17] Hanberg, M., "Electromyographic signs of shoulder muscular fatigue into elevated arm position", *Amer, J. Phy. Med.*, 60(3), pp. 111-121, 1981.

[18] Cailliet, R., *Shoulder pain*, 2nd Ed. F.A. Davis, 1981.

[19] Life, N.A. and Pheasant, S.T., "An intergrated approach of the study of posture in keyboard operation", *Applied Ergonomics*, 15, pp. 83-90, 1984.