

VDT 전자파의 측정 및 평가

(Measurement and Evaluation of VDT Electro-magnetic Wave)

박재희*, 김진호*, 김철중*, 조춘수**

ABSTRACT

VDT 는 저주파 대역에서 인체에 해롭다고 여겨지는 전자파를 발생시키고 있다. 선진제국에서는 VDT 에 서 발생하는 전자파를 규제하기 위해 VDT 전자파 측정방법의 표준화와 안전 규제 등을 실시하고 있다. VDT 와 관련한 대표적인 측정기준으로는 스웨덴의 MPR 기준이 있다. 본 연구에서는 MPR 기준에 의거 VDT 의 전기장, 자기장 모두에 대해 거리별, 방향별, 높이별 세기를 측정하였다. 또한 VDT 전자파의 상대 적 세기를 알아보기 위해 다른 전기제품인 전기담요, 헤어드라이어 등에 대한 비교측정도 수행하였으며, 보안경의 전자파 차폐효과도 측정하였다. 측정결과, VDT 전기장은 전면에서 세기가 가장 크며, 후면으로 갈수록 작아지는 것으로 나타났으며, 자기장은 ELF 대역은 양측면에서, VLF 대역은 전면에서 그크기가 가 장 큰것으로 나타났다. 전기제품과의 비교에서는 VDT 의 전기장, 자기장은 전기담요, 헤어드라이어 등에 비해 크지 않은 것으로 나타났으며, 보안경은 접지해서 쓸때만 전기장 차폐효과가 큰 것으로 나타났다.

1. 서 론

VDT 작업과 건강 문제에 관련한 사회적 관심에 비하여 VDT 전자파가 인체에 미치는 영향에 대한 연 구는 극히 미진한 형편이다. 전자파에 노출된 특정집단과 대조집단 간의 질병유병율을 비교하는 역학조사 분야는 그런대로 많은 연구가 이루어졌으나, 그 결론이 상반되는 경우가 많이 나타나고 있으며, 다른 잡음 인자의 영향을 배제하기 어려워 명확한 결론을 얻어내고 있지 못하다[1][2]. 역학조사에 비해 전자파가 인 체에 직접 미치는 영향을 조사하는 생물학 연구는 거의 없었으나, 최근에서야 스웨덴 Umea 대학에서 인간 의 세포조직에 자기장을 가했을 때, 조직 내부의 칼슘 농도가 주기적으로 변화한다는 사실을 관찰하게 되었 다[3].

전자파가 인체에 미치는 영향에 대한 결론은 아직 명확하지 않은 상태이나, 일반적으로 전자파가 인 체에 좋지 않을 것이라는 견해가 지배적이다. 이런 가운데 선진국들로부터 VDT 를 비롯한 각종 전기전자 기기의 전자파를 규제하는 안전기준과 규격들이 채택되어 적용되고 있다[4][5][6]. 이 가운데 대표적인 VDT 전자파 규제 기준으로는 스웨덴에서 제정한 MPR 기준을 들 수 있다[7].

* 한국표준과학연구원 인간공학연구그룹

** (주)대우통신 전자파기술과

Table 1. 전기장 측정계획

구분	측정대상	측정대역 (f)	측정거리 (r)	측정높이 (z)	측정각도 (θ)
측정 1	VDT14" VDT20"	ELF VLF	L/2+ 0.3 + 0.5 + 0.7 + 0.9	0	p*22.5 (0≤p≤15)
측정 2	Notebook 전기담요 헤어드라이어	ELF VLF	0.1 0.3 0.5 0.7 0.9	0	0
측정 3	Mesh1 Mesh2 Glass1 Glass2 Mesh2(earth) Glass2(earth)	ELF VLF	L/2+ 0.5	0	0

주) r, z, θ 의 기준점 : VDT 의 중심점
L : VDT 의 길이 (정면-후면 사이의 길이)

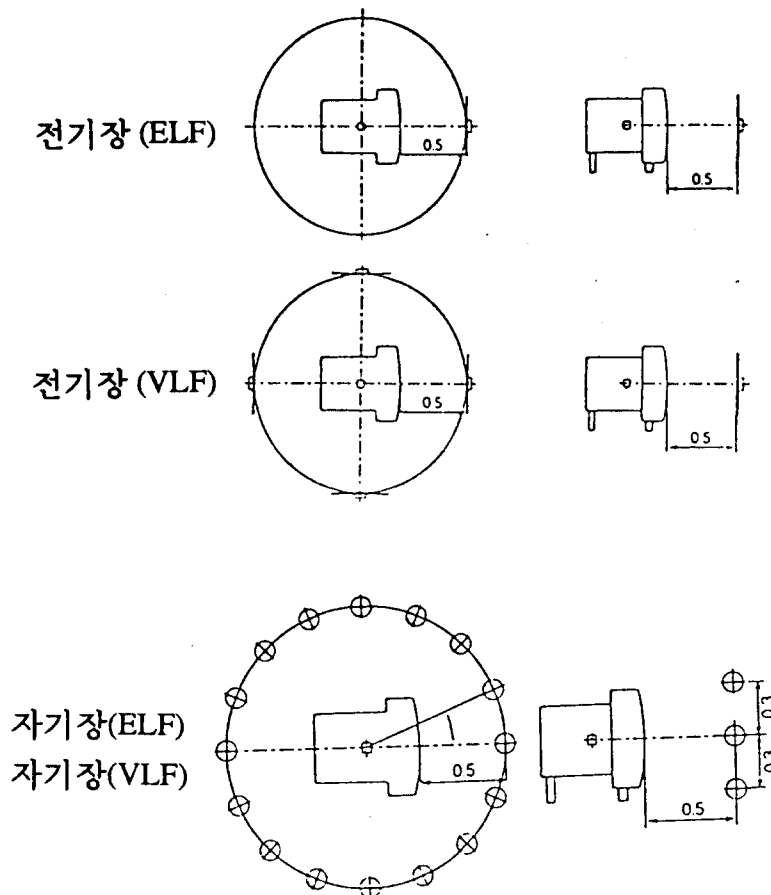


Figure 1. MPR 식 전자파측정방법

MPR은 'Visual Ergonomics' 와 'Radiation' 두 부분으로 나누어져 있는데, Radiation 부분은 전기장, 자기장을 비롯한 X-ray, 방사능, 정전기에 관한 내용을 규제하고 있다. 국내에서는 VDT 전자파에 관한 KS 규격(KSC-5844)이 1989 년 제정되었으나, 이는 전기전자기기 간의 상호간섭(EMI; Electro-Magnetic Interference)을 규제하기 위한 것으로 고주파 대역에 대해서만 다루고 있으며, 실제 인체에 해를 미칠 것으로 예상되는 초저주파(ELF; Extremely Low Frequency)나 저주파(VLF; Very Low Frequency)대역에 관한 안전 기준은 설정되어 있지 않은 형편이다.

본 연구는 1992 년 한국표준과학연구원에서 수행한 VDT 자기장 측정연구[8]의 연장선상에서 실시되었다. 당시 연구에서는 VDT 전자파 가운데 ELF 대역의 자기장만이 측정되었으나, 본 연구에서는 ELF와 VLF 대역에 대해 전기장, 자기장 모두가 측정되었다. 또한 VDT와 다른 전기제품과의 상대적 세기 비교 및 보안경의 차폐효과도 알아보았다.

II. VDT 전기장 측정 및 평가

2.1 전기장 측정방법 및 측정계획

전기장의 세기는 전기장 발생원으로부터 일정 거리만큼 떨어진 안테나에 유기된 rms 값의 V/m 로 측정된다. 본 연구에서는 VDT 전기장을 MPR 기준에 의해 ELF, VLF 두개의 대역으로 나누어 측정하였다. MPR 규격에 의해 스웨덴 Combinova 사에서 제작한 전기장 측정장비(모델명: EFM 200) 가 측정에 이용되었다.

MPR 방법은 ELF 대역의 경우는 스크린으로부터 정면 방향으로 0.5 m 떨어진 지점에서 측정하며, VLF 대역의 경우는 정면, 후면, 좌측면, 우측면 등 4 방향에서 측정하도록 되어 있다(Figure 1 참조)[7]. 그러나 본 연구에서는 전기장의 특성을 이해하기 위해 VDT 의 경우 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 m 거리에 대해 22.5° 간격의 전방향에 대한 측정을 실시 하였다. 본 연구에서의 전기장 측정계획에 대한 요약을 Table 1. 에 나타내었다.

2.2 전기장 측정결과 및 토의

(1) VDT 전기장의 세기

14" VDT 의 전기장 세기를 ELF 대역과 VLF 대역으로 나누어 측정한 결과를 Figure 2 에 나타내었다. VDT 의 크기에 상관 없이 전기장의 세기는 전면부에서 가장 높게 측정되었으며, 거리에 반비례해 그 세기가 급격히 감소하고 있다는 것을 알 수 있다. 0.5 m 를 측정거리로 하는 MPR 기준치 (ELF; 25V/m, VLF; 2.5V/m)는 만족하고 있으나, 0.3 m 에서의 측정치는 기준을 초과하고 있다.

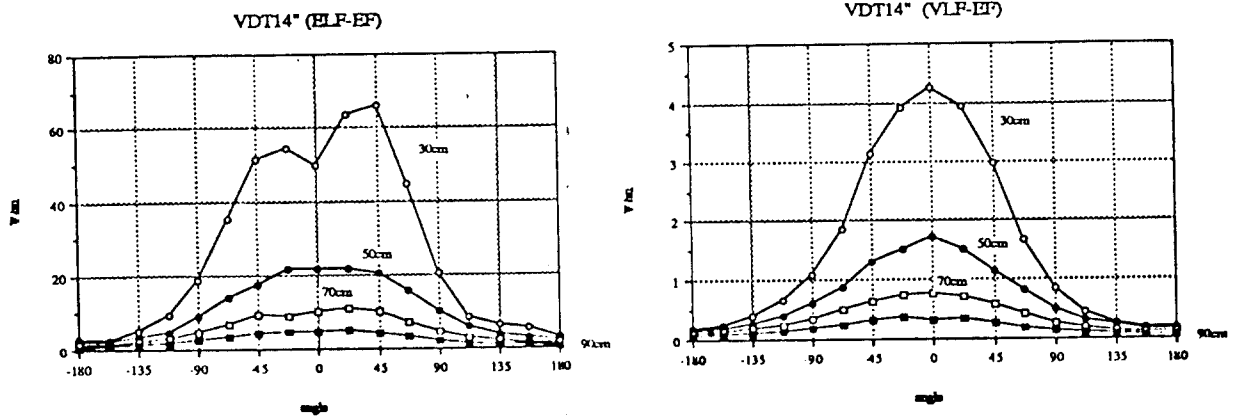


Figure 2. VDT전기장의 거리별, 방향별 세기

(2) 다른 전기제품과의 비교

VDT14" 와 VDT20" 를 다른 가전제품인 전기담요(EP), 헤어드라이어(HD)와 비교한 결과를 Table2. 에 나타내었다. 각 제품의 실사용거리를 기준으로 전기장의 세기를 비교하면, ELF 의 경우는 전기담요>헤어드라이어>VDT>Notebook 컴퓨터 순서로 나타났고, VLF 의 경우는 전기담요> VDT > 헤어드라이어> Notebook 컴퓨터 순서로 나타났다. 따라서 VDT 전기장의 세기는 전기담요나 헤어드라이어에 비해 크다고 말할 수 없을 것이다.

Table 2. VDT 와 전기제품 간의 전기장 세기 비교

(단위: V/m)

(ELF)	대상 \ 거리	0.1m	0.3m	0.5m	0.7m	0.9m	사용 거리	세기 순위
	VDT14"	-	49.50	21.60	9.95	4.54		
VDT20"	-	28.25	11.75	5.75	3.00	11.75	4	
Notebook	-	0.81	0.15	0.22	0.24	0.81	5	
EP(전기담요)	1845.00	120.40	66.00	45.20	21.10	1845.00	1	
HD(헤어드라이어)	165.85	39.65	24.65	13.98	5.22	165.85	2	

(VLF)	대상 \ 거리	0.1m	0.3m	0.5m	0.7m	0.9m	사용 거리	세기 순위
	VDT14"	-	4.260	1.710	0.780	0.313		
VDT20"	-	4.110	1.548	0.756	0.386	1.548	3	
Notebook	-	0.345	0.071	0.028	0.019	0.017	5	
EP(전기담요)	16.170	1.990	1.000	0.690	21.10	16.170	1	
HD(헤어드라이어)	0.287	0.077	0.044	0.028	0.017	0.287	4	

(3) 보안경의 차폐효과

금속매쉬형(m1, m2)과 편광유리형(g1, g2) 두 종류의 보안경에 대해 접지를 했을 경우(m2+e, g2+e)와 안 했을 경우(m1, g1)에 대해 보안경의 차폐효과를 알아본 결과, 접지를 안한 경우는 모두 전자파 차폐효과가 극히 적은 것으로 나타났다. 접지를 했을 때 ELF 전기장은 금속매쉬형의 경우(m2+e) 보안경이 없는 VDT 에 비해 20.65V/m 의 감소효과를 가져왔으며, 편광유리형(g2+e)은 18.3 V/m 의 감소효과를 나타냈다. 보안경의 차폐효과를 Figure 3에 나타내었다.

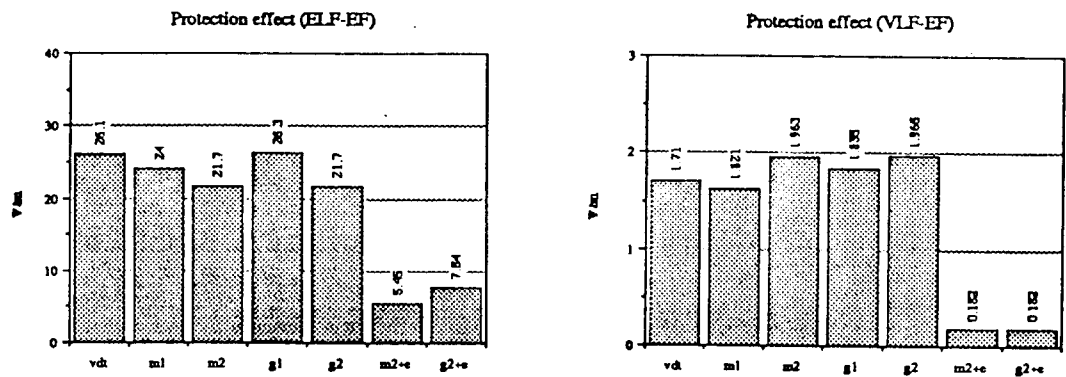


Figure 3. 보안경의 전기장차폐효과

III. VDT 자기장 측정 및 평가

3.1 자기장 측정방법 및 측정계획

자기장의 세기는정해진 측정대역과 측정시간에 대한 자속밀도의 rms 값 Teslar(T) 로 측정된다. 자기장 역시 전기장과 마찬가지로 MPR 기준에 의해 ELF, VLF두개의 대역으로 나누어 측정하였다. ELF 대역 측정장비로는 MPR 규격에 의해 스웨덴 Combinova 사에서 제작한 MFM10 이 사용되었으며, VLF 대역에는 MFM1000 모델이 사용되었다.

자기장은 360° 구면체로 방사되므로 MPR 기준은 VDT 스크린을 중심으로 0.5 m 떨어진 곳에 가상의 원통형 표면 48점(16방향*3높이)에 대해 측정하도록 되어 있다(Figure 4 참조)[7]. 본 연구에서는 MPR 기준에 맞추어 측정을 하되, 측정거리를 0~0.7 m 사이로 변화를 주었다. 본 연구에서의 자기장 측정계획에 대한 요약을 Table 3. 에 나타내었다.

Table 3. 자기장 측정계획

구분	측정대상	측정대역 (f)	측정거리 (r)	측정높이 (z)	측정각도 (θ)
측정 1	VDT14"	ELF	L/2+ 0.3	+0.3	p*22.5 (0≤p≤15)
	VDT20" TV Notebook	VLF	+ 0.5 + 0.7	0 -0.3	
측정 2	전기담요 전기면도기 헤어드라이어	ELF	0	0	0
		VLF	0.1		
		VLF	0.3 0.5		

3.2 자기장 측정결과 및 토의

(1) VDT 자기장의 세기

VDT 자기장의 세기를 측정하여 거리별 (r), 방향별(θ), 높이별 (z) 특성을 알아보았다. VDT14" 를 기준으로 하여 중심높이(z=0) 에서 거리를 0.3, 0.5, 0.7 m 로 변경하면서 측정한 결과 ELF 의 경우 거리에 반비례해 그 세기가 급속히 감소하는 것으로 나타났다. VLF 의 경우도 거리에 반비례하는 감소를 나타내었다. ELF 대역은 MPR 기준과 비교해보면, VDT14" 는 양 측면에서 기준치(250nT) 를 초과하고 있는 것으로 나타났다. VLF 의 경우는 기준치(25nT)를 초과하지 않는 것으로 나타났다(Figure 4 참조).

VDT14" 에 대해 방향별 자기장 세기를 살펴보면, ELF 의 경우는 정면을 중심으로 역 W 자 형상을 하는 것으로 나타났으며, VLF 의 경우는 역 U 자 형을 띠는 것으로 나타났다(Figure 4 참조).

VDT14" 를 기준으로 세개의 측정높이(z=-0.3, 0, 0.3) 에 따른 자기장의 세기는 VDT 의 중심높이인 z=0 에서 최대를 나타내고 있으며, z=-0.3 과 z=0.3 간의 차이는 거의 없으나, z=-0.3 의 값이 지자장의 영향으로 약간 크게 나타났다.

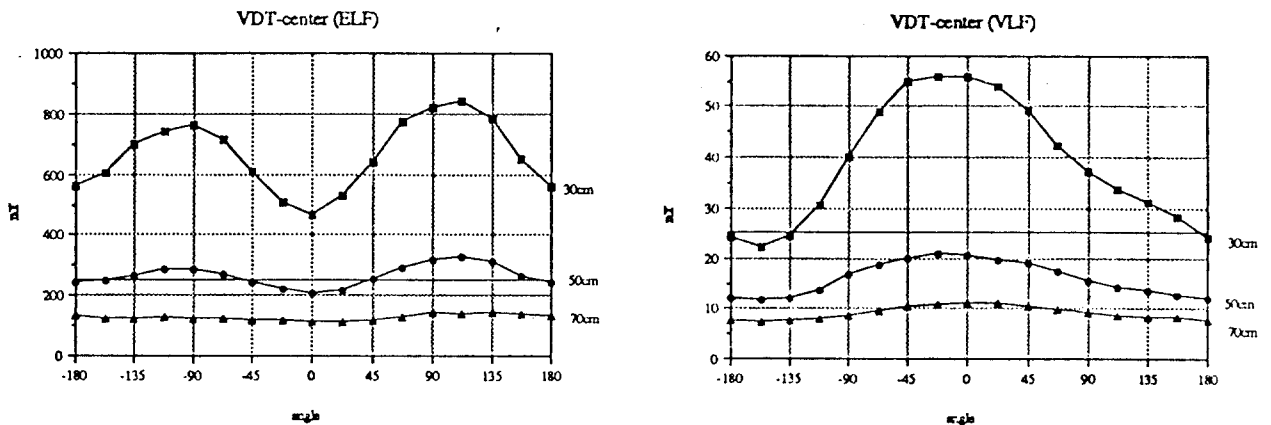


Figure 4. 자기장세기의 분포 (VDT14)

(2) 다른 전기제품과의 비교

네종류의 VDT와 전기담요(EP), 전기면도기(ER), 헤어드라이어(HD)를 비교한 결과를 Table4 에 나타내었다. ELF 에 대한 실사용거리 기준 자기장 세기의 순서는 EP>ER>VDT14>VDT20>TV>HD>Notebook 의 순서로 나타났다.

(3) 보안경의 차폐효과

보안경의 자기장 차폐효과를 예비 측정하였는데 보안경은 물리적 성질상 자기장을 차폐할 수 없는 것으로 나타났는데, 이는 한국표준과학연구원의 1992 년 연구결과와 일치하는 것이다[8].

Table 4. VDT 와 전기제품 간의 전기장 세기 비교

(단위: nT)

대상 \ 거리	0 m	0.1m	0.3m	0.5m	0.7m	사용 거리	세기 순위
VDT14"	-	-	467	205	109	205	3
VDT20"	-	-	378	174	27	174	4
TV	-	-	596	282	154	154	5
Notebook	-	-	27	26	24	27	7
EP(전기담요)	1857	874	500	198	-	1857	1
ER(전기면도기)	403	58	33	32	-	403	2
HD(헤어드라이어)	643	112	45	38	-	112	6

대상 \ 거리	0 m	0.1m	0.3m	0.5m	0.7m	사용 거리	세기 순위
VDT14	-	-	56.0	20.6	11.2	20.6	4
VDT20	-	-	73.0	31.0	16.4	31.0	3
TV	-	-	55.0	20.2	9.6	9.6	6
Notebook	-	-	7.8	2.6	2.6	7.8	7
EP(전기담요)	214.6	109.0	58.3	25.2	-	214.6	2
ER(전기면도기)	327.3	52.0	2.1	2.1	-	327.3	1
HD(헤어드라이어)	107.6	10.3	2.6	2.3	-	10.3	5

IV. 결 론

VDT 에서는 다양한 주파수의 전자파가 발생하는데, 최근들어 전자파의 인체 유해성 논란에 따라 저주파대역에 대한 관심이 고조되고 있다. 본연구에서는 ELF 와 VLF 대역에서의 스웨덴 측정기준인 MPR 을 인용하여 측정을 하였다. 또한 다른 전기제품과의 비교를 위한 측정, 보안경의 차폐효과에 대한 측정도 실시되었다. 측정에서 얻은 결과를 요약하면 Table 5. 과 같다.

이상의 측정결과와 지금까지의 연구결과를 볼 때, 아직까지 저주파 영역의 전자파가 인체에 미치는 영향에 대한 명확한 증거를 제시하지 못하는 상태에서 VDT 전자파에 대한 막연한 공포를 가질 필요는 없을 것이다. 측정결과에서 나타났듯이 VDT 전자파의 세기는 른 전기제품에 비해 크다고 말할 수 없는 상태이며, 그 절대 크기도 일상생활 공간속에서의 배경 노이즈에 비해 크다고 할 수 없다. 다만 계속적인 역학조사에서 전자파가 여러 질병의 원인이 되고 있다는 연구가 계속되고 있으며

로, VDT 작업시 사용자나 관리자 모두 이러한 상황을 고려해, 올바른 작업자세와 근무환경을 만들도록 해야 할 것이다. 즉 VDT 로부터의 적정거리의 유지, 보안경의 접지사용, VDT 작업시간과 휴식시간의 적절한 설정 등이 VDT 작업표준을 설계하는데, 참조될 수 있을 것이다.

Table 5. 전자파 측정결과의 요약

구 분	전기장(EF)		자기장(MF)		
	ELF	VLF	ELF	VLF	
거리별(r)	반비례 감소	반비례 감소	반비례 감소	반비례 감소	
높이별(z)			0 > -0.3 > +0.3	0 > -0.3 > +0.3	
방향별(θ)	형태: n Max:정면 Min:후면	형태: n Max:정면 Min:후면	형태: ∩ Max:측면 Min:정면	형태: n Max:정면 Min:후면	
보안경	감소 (접지사용시)	감소 (접지사용시)	효과없음	효과없음	
다른 가전 비교	0.5m	EP>HD>VDT >NB	VDT>EP>NB >HD	TV>VDT>EP >HD>ER>NB	VDT>EP>TV >NB>HD>ER
	실사용 거리	EP>HD>VDT >NB	EP>VDT>HD >NB	EP>ER>VDT >TV>HD>NB	ER>EP>VDT >HD>TV>NB

참고문헌

- [1] Walborg, E.F., Extremely low frequency electromagnetic fields and cancer: focus on tumor irritation, promotion, and progression, NEMA, 1991.
- [2] Fitzgerald, K., Electromagnetic fields: the jury' s still out, IEEE Spectrum, Aug., 22-35, 1990.
- [3] Lindstrom, E., Biological effects of magnetic fields, in research news, the NIOH, No.2.
- [4] ECMA, Visual displays health aspect, 1985.
- [5] Bondestam, H., Swedish standards on VDU emission testing, ITEM, pp.16-22, 1991.
- [6] 김기채 (tr.), 전파는 위험하지 않은가, 전파과학사, 1989.
- [7] MPR; Test methods for visual display units, 1990.
- [8] 김철중 et al., VDT workstation 의 인간공학적 설계 및 평가기술에 관한 연구(2차년도), 과학기술처, KSRI-92-070-IR, 1992.