

한국인의 개인 자계 노출량 조사 (I)

주문노·양광호·명성호
한국전기연구원

The First Survey on Personal Magnetic Field Exposure of Koreans

Mun-No Ju · Kwang-Ho Yang · Sung-Ho Myung
Korea Electrotechnology Research Institute (KERI)

Abstract - The objective of this survey is to characterize the personal magnetic field exposure of the Korean population. The participants in the survey on magnetic field exposure were selected randomly by occupation. In this first step survey, the number of participant is 108 and for the second step, about 400 participants will be surveyed in the near future. The survey is the first significant study that quantifies the exposure of the general population for the entire day, not only for the time spent in one's bed but also for the time at work in Korea.

24시간 동안의 자신의 노출량 조사가 완료되면 계측기 및 Activity Diary가 포함된 설문지를 회수한 후, 회수된 계측기에 저장되어 있는 데이터를 PC로 전송해 통계 처리한다. 이상의 일련의 조사과정을 그림 1에 나타내었다.

2.2 개인 자계노출량 계측기

조사에 이용된 계측기는 EMDEX LITE(Enertech, USA)이며, 3개 축의 자계값을 합성한 resultant level이 표시된다. 표 1의 주요 사양에 나타난 것처럼 자계노출량 계측기는 소형경량이기 때문에 간편하게 휴대하여 측정 할 수 있다.

2.3 조사 현황

피측정자는 표 2와 같이 10종의 직업별로 선정하며, 약 400명을 조사할 예정이다. 본 조사에서는 2001년 12월까지 8종의 직업인 총 108명을 대상으로 조사했다.

1. 서 론

제4의 환경공해로 불리지는 전자기 환경장해 (electromagnetic interference)문제 중에 전원 주파수 전자계 (power frequency EMF) 노출이 국민의 건강에 영향을 미칠 수 있다는 가능성에 대한 사회적 관심이 증대되고 있다.[1,2] 본 조사에서는 전기 이용에 따라 필연적으로 발생하는 전자계에 의한 한국인들의 개인 자계 노출량을 조사함으로써, 그 노출의 정도와 직업별 인체 영향의 가능성을 파악했다. 본 1차 조사는 직업별 지원자 108명의 협조로 수행되었으며, 향후 2차 조사를 통하여 총 400명에 대한 자계 노출량을 파악하고, 한국인의 자계노출 표준모델을 제시하며, 이의 결과들을 국민들에게 홍보할 계획이다.

3. 조사 결과 및 분석

3.1 24시간 자계 노출량

조사는 108명을 수행하였으나 3명의 측정불량으로 105명에 대한 통계처리를 하였으며 24시간 평균 노출량을 표 3, 4에 나타냈다. 조사결과, 24시간동안 피측정자들이 받는 평균 자계량은 1.4mG, median level은 0.93mG로 나타났다. 또한 평균 자계치가 2mG이상 되는 피측정자는 전체의 약 15.2%, 3mG이상은 9.5%로 각각 조사되었

2. 조사 방법

2.1 피측정자 선정 및 조사 순서

전자계 노출량(exposure) 피측정자 선정은 직업별로 무작위 추출하는 방식을 택하였다. 그러나 조사는 본인의 사전 동의를 구한 후에 진행된다. 선정된 피측정자들에게는 자계 계측기, 설문지 및 조사비가 전달되며, 이때 조사방법을 교육한다. 설문지에는 조사목적, 참여자 인적사항, 측정시 주의사항, 활동상황(private event) 기록지와 전자계에 관한 기초적인 설명자료가 포함되어 있다. 피측정자들은 약 25~28시간 동안 계측기를 몸에 지니고 다녀야 하며, 측정기간 중의 중요한 활동내용을 기록지에 기록해야 한다.

피측정자 선정
피측정자 연락 및 수락 확인
자계 노출량 계측기, 설문지, 주의사항, 조사비 전달
피측정자 24시간 측정
설문지, 자계 노출량 계측기 회수
PC로 Data 전송 및 분석

그림 1. 개인자계 노출량 조사과정

표 1. Standard EMDEX LITE의 주요사양

항 목	사 양
데이터 수집	Actual Measurements
범위	0.1 ~ 700 mG
주파수 대역	40 ~ 1000 Hz
최대 샘플시간	4 Seconds
측정방법	True RMS
크기	2.5 x 6.0 x 12 cm
무게	170 grams

표 2. 직업의 종류와 1차 조사 현황

No.	대상	인원
1	회사원	9
2	변전소 근무자	3
3	일반 제조공장 근무자	3
4	가정주부	전업주부 16
		겸업주부 15
5	학생	28
6	대형 슈퍼마켓 및 백화점 근무자	3
7	병원 근무자	28
8	요식업 근무자	3
9	방송배전장치 설치자 및 정비원	0
10	전철, 기관차 운전수	0
	Total	108

표 3. 24시간 평균자계값을 초과하는 피측정자 %

24시간 평균 [mG]	피측정자 분포 [%]
0.5	81.0
1.0	43.8
1.5	26.7
2.0	15.2
3.0	9.5
5.0	4.8
10.0	1.0

표 4. 24시간 자계 노출량 통계분석

Statistical Parameters	Result [mG]	Parameters	Result [mG]
Mean	1.40	Min.	0.16
Standard Deviation	1.57	L90 %	0.37
Geometric Mean	0.98	L75 %	0.60
Median	0.93	L50 %	0.93
		L10 %	2.72
		L5 %	4.57
		L1 %	7.92
		Max.	10.76

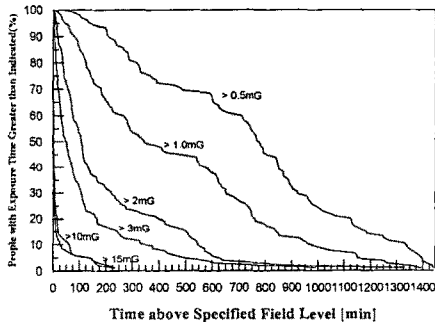


그림 2. 24시간 평균자계값을 초과하는 인구분포

다. 그림 2는 24시간동안 특정 자계노출량 이상의 값을 갖는 시간 대 인구분포를 나타낸 것이다. 이 데이터로부터 피측정자중의 25%가 약 2시간 정도 3mG 이상, 10%가 약 1시간 정도 10mG, 30분 정도 15mG 이상의 자계에 각각 노출되었다는 것을 알 수 있다.

3.2 특정 활동영역별 평균 자계노출량

개인의 1인 생활 중에 약 70%를 차지하는 침실과 직장에서 평균 자계노출량을 조사하기 위해서는 침실과 직장에서 각각의 총 노출시간을 분리하여 평가하여야 한다.

3.2.1 침실

피측정자의 침실에서 자계 노출량을 조사한 결과는 표 5, 6과 같다. 조사결과 평균 자계량은 0.96mG이며, median level은 0.45mG로 나타났다. 또한 침실에서 평균 자계가 1mG이상인 피측정자는 전체의 23.1%, 2mG 이상은 8.7%로 각각 조사되어, 피측정자의 90%가 수면시 1.5mG 이하의 값으로 노출되는 것으로 조사되었다. 따라서 한국인의 침실에는 특별한 자계 발생원이 없고, 대체적으로 자계 환경이 양호하다는 것을 알 수 있다.

그림 3에는 침실에서 수면 중 특정 자계노출치 이상의 값을 갖는 시간 대 인구분포를 나타내었다. 피측정자 중의 25%가 약 2시간 정도 1mG 이상, 10%가 약 20분 정도 3mG 이상 자계에 노출되는 것으로 나타나, 침실에서는 거의 모든 피측정자가 1mG 이하의 자계에 노출되는 것으로 조사되었다.

표 5. 침실에서 규정된 평균 자계값을 초과하는 피측정자 %

24시간 평균 [mG]	피측정자 분포 [%]
0.5	43.3
1.0	23.1
1.5	10.6
2.0	8.7
3.0	6.7
5.0	3.8
10.0	1.0

표 6. 침실에서의 평균 자계 노출량 통계분석

Statistical Parameters	Result [mG]	Parameters	Result [mG]
Mean	0.96	Min.	0.04
Standard Deviation	1.83	L90 %	0.11
Geometric Mean	0.45	L75 %	0.19
Median	0.45	L50 %	0.45
		L10 %	1.49
		L5 %	4.11
		L1 %	7.77
		Max.	14.08

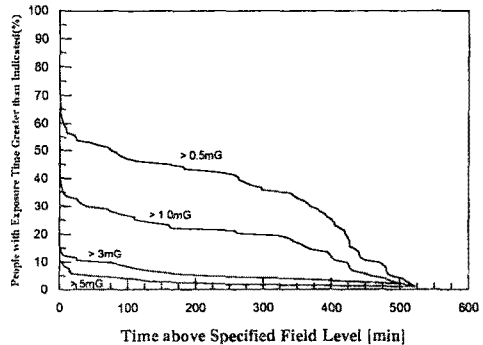


그림 3. 침실에서 규정된 평균자계값을 초과하는 인구분포도

3.2.2 직장

피측정자가 직장에서 활동하는 시간동안만의 자계 노출량을 조사한 결과는 표 7, 8과 같다. 직장에 관한 통계처리는 직업환경이 확실한 77명에 대해서만 수행하였다. 조사결과 평균 자계량은 1.68mG이며, median level은 0.86mG로 나타났다. 또한 직장에서의 평균 자계값이 2mG 이상 나타나는 피측정자는 전체의 21.1%, 5mG 이상은 3.9%로 각각 조사되었다.

그림 4에는 직장에서 활동 중 특정 자계노출량 이상의 값을 갖는 시간 대 인구분포를 나타내었다. 그림 4에서 피측정자중의 20%가 약 1시간정도 3mG 이상, 5%가 약 20분 정도 10mG 이상 자계에 노출되는 것으로 나타나, 특정 직장에서는 수십 mG 이상의 자계에 10분 이상 지속적으로 노출되는 것으로 조사되었다.

표 7. 직장에서 규정된 평균 자계값을 초과하는 피측정자율

24시간 평균 [mG]	피측정자 분포 [%]
0.5	61.8
1.0	44.7
1.5	31.6
2.0	21.1
5.0	3.9

표 8. 직장에서의 평균 자계 노출량 통계분석

Statistical Parameters	Result [mG]	Parameters	Result [mG]
Mean	1.68	Min.	0.05
Standard Deviation	3.34	L90 %	0.08
Geometric Mean	0.70	L75 %	0.28
Median	0.86	L50 %	0.86
		L10 %	2.86
		L5 %	4.18
		L1 %	19.77
		Max.	22.13

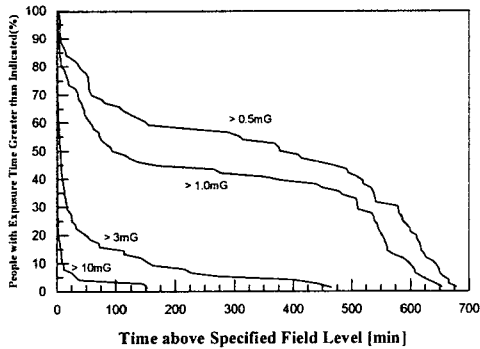


그림 4. 직장에서 규정된 평균자계값을 초과하는 인구분포도

3.3 직업별 노출 자계 비교

피측정자들의 직업별 노출 자계의 특성과 차이를 분석했다. 표 9에서 변전소 근무자는 다른 직업에 비해 대전류 전력설비(high current power facilities)에 노출되기 쉽기 때문에 24시간 L50% 자계값이 2.16mG이다. 전업주부의 경우는 가전제품에 주로 노출되기 때문에 L50%값이 0.47mG로서 피측정자 중에 가장 낮은 값을 보였다. 또한 단기간에 노출된 최대 자계치에서도 변전소 근무자들이 Bus-bar 근처에서 수 십분 동안 약 100 ~ 230mG의 자계에 노출되기 때문에 다른 직업에 비해 24시간 평균 자계값도 높게 나타난 것으로 판단된다. 변전소 이외에 병원 및 학교에서도 일시적으로 각각 196mG, 299mG의 자계에 노출된 피측정자도 있었다. 그러나 이는 의료설비 및 학교방송설비를 이용한 시간에 나타난 값으로서, 노출시간이 전체 24시간에 비해 적기 때문에 변전소의 경우보다 24시간 평균 자계값이 높게 나타나지는 않았다.

일반적인 24시간 평균자계 노출량에 따르면, 직장에서의 자계 노출량이 주택 및 기타 활동영역에서의 수치

표 9. 직업별 24시간 자계 노출량 통계분석

직업	Min.	L50%	L5%	Max.	
회사원	0.24	0.71	1.92	2.28	
변전소 근무자	1.87	2.16	3.12	3.24	
공장 근무자	0.63	0.68	0.75	0.76	
가정주부	전업주부	0.16	0.47	1.37	1.64
	겸업주부	0.16	0.84	5.51	6.06
학생	0.24	0.74	3.01	5.47	
대형 슈퍼마켓 및 백화점 근무자	0.47	0.79	1.92	2.06	
병원 근무자	0.66	1.39	6.0	10.76	
요식업 근무자	0.67	0.84	1.51	1.61	
Total	0.16	0.93	4.57	10.76	

표 10. 근무시간 동안의 자계 노출량 통계분석

직업	Max.	L5%	L50%		Min.
			근무시간	24-Hour	
회사원	1.48	1.42	0.37	0.71	0.25
변전소 근무자	5.48	5.39	4.34	2.16	3.76
공장 근무자	1.37	1.37	1.2	0.68	1.06
학생	3.48	0.75	0.17	0.74	0.05
대형 슈퍼마켓 및 백화점 근무자	0.85	0.82	0.66	0.79	0.63
병원 근무자	22.13	13.02	1.84	1.39	0.73
요식업 근무자	1.71	1.58	0.78	0.84	0.69
Total	5.48	4.51	0.86	0.77	0.25

보다도 크다. 따라서 직장에서의 근무시간만을 고려하여 분석해 보았다. 표 10에서 변전소 근무자의 경우 직장에서 근무하는 동안 약 4mG(L50%) 이상의 자계에 노출되었고, 공장, 식당, 백화점에서는 약 1mG 정도의 자계에 노출되고 있음을 알 수 있다. 그러나 사무실 및 학교는 전기설비의 이용이 다른 장소에 비해 적기 때문에 자계 노출량이 0.5mG 이하이며, 그 외의 직장환경에서보다도 자계 노출이 적은 지역인 것으로 조사되었다. 또한 병원의 경우 대부분의 피측정자들은 직장에서 2mG의 자계값에 노출되었지만 특수장비를 조작하는 근무자의 경우는 20mG 이상의 자계값에 노출되어 일반 근무지에서도 경우에 따라서 대형 전력설비의 근무자보다도 큰 자계값에 노출될 수 있는 것으로 조사되었다. 변전소와 공장은 직장에서의 자계 노출량이 24시간 개인 자계 노출량에 큰 영향을 미친다. 한편, 식당, 백화점은 직장과 그 외의 지역에서의 노출량의 차이가 거의 없는 것으로 조사되었다.

4. 결론 및 향후계획

본 조사는 일반 생활환경에서 한국인의 개인 자계 노출량을 조사하기 위해 직업별로 총 108명에 대해 수행하여 아래와 같은 결론을 얻었다.

- (1) 한국인들의 24시간 평균 자계 노출량은 약 1.4mG이며, 2mG 이상 폭로되는 경우는 전체 피측정자의 15%, 3mG 이상은 약 10%인 것으로 조사되었다. 또한 피측정자의 25%가 약 2시간 정도 3mG 이상, 10%가 약 1시간 정도 10mG, 30분 정도 15 mG 이상의 자계에 노출되고 있는 것으로 조사되었다.
- (2) 침실에서의 평균자계 노출량은 0.96mG이며, 1mG 이상에 노출되는 피측정자는 전체의 23%, 2mG 이상은 약 9%이었다. 또한 25%가 약 2시간 동안 1mG 이상, 10%가 약 20분 동안 3mG 이상의 자계에 노출되는 것으로 나타났다. 따라서 침실의 자계환경은 약 1mG 이하로써, 대체적으로 양호하다고 볼 수 있다.
- (3) 직장 근무시간 동안만의 자계 노출량을 조사한 결과, 평균자계는 1.7mG이며, 2mG 이상의 자계에 노출되는 피측정자는 전체의 21%, 5mG 이상은 3.9%로 각각 조사되었다. 또한 피측정자 중의 20%가 약 1시간 정도 3mG 이상, 5%가 약 20분 정도 10mG 이상의 자계에 노출되는 것으로 나타났다.
- (4) 향후에는 2차 조사를 통하여 직업별로 총 400명에 대한 자계 노출 Database 구축과 개인자계 노출실태 파악 및 한국인의 자계노출 표준모델을 제시할 계획이다.

참고 문헌

- [1] Zaffanella L.E., Kalton, G.W., Survey of Personal Magnetic Field Exposure. Phase II: 1000-Person Survey EMF RAPID Engineering Project #6. May, 1998
- [2] Christopher J. Portier, Mary S. Wolfe, Assessment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields, Working Group Report, June, 1998