

# 제 출 문

본 보고서를 「전자파 과민성 현상 조사 및 분석 연구에 관한 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007. 11. 20.

연구책임자 : 김 남 ( 충북대학교 )

연구보조원 : 이승우 ( 충북대학교 )

연구보조원 : 박상명 ( 충북대학교 )

연구보조원 : 이호민 ( 충북대학교 )

연구보조원 : 전성근 ( 충북대학교 )

## 요 약 문

1. 과제명 : 전자파 과민성 현상 조사 및 분석 연구
  2. 연구 기간 : 2007. 3. 30 ~ 2007. 11. 20
  3. 연구책임자 : 김 남
  4. 계획 대 진도
- 가. 월별 추진내용

| 세부연구내용   | 연구자                      | 월별 추진일정     |             |   |             |   |   |             |    |  | 비 고 |
|--|--------------------------|-------------|-------------|---|-------------|---|---|-------------|----|--|-----|
|  |                          | 4           | 5           | 6 | 7           | 8 | 9 | 10          | 11 |  |     |
| 연구 수행 계획 세분화<br>-연구 수행 내용, 범위,<br>방법 등에 대한 구체적<br>논의                                     | 이승우<br>박상명<br>이호민<br>전성근 | <div></div> |             |   |             |   |   |             |    |  |     |
| 국내·외 전자파 인체영향<br>관련 연구에 대한 동향 과<br>악 및 자료 수집   | 박상명<br>전성근               |             | <div></div> |   |             |   |   |             |    |  |     |
| 국외의 전자파 과민성 선<br>별 기준 분석 및 국내 실정<br>에 맞는 연구 방법, 실험<br>항목 및 절차 고찰                         | 이승우<br>이호민               |             |             |   | <div></div> |   |   |             |    |  |     |
| ○ 최종보고서 작성<br>- 국내·외 연구동향<br>- 기준자료 분석<br>- 전자파 과민성 자원자<br>연구를 위한 연구방법, 실험<br>항목 및 절차 제시 | 이승우<br>박상명<br>이호민<br>전성근 |             |             |   |             |   |   | <div></div> |    |  |     |
| 분기별 수행진도 (%)   |                          | 30%         |             |   | 40%         |   |   | 30%         |    |  |     |

## 나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 연구수행 계획 세분화 완료
- 2) 국내·외 전자파 인체영향 관련 연구에 대한 동향 파악 및 자료 수집완료
- 3) 국외의 전자파 과민성 선별 기준 분석 및 국내 실정에 맞는 연구 방법, 실험 항목 및 절차 제시

## 5. 연구결과

- 가. 국내·외 전자파 인체영향 연구 동향 파악
- 나. 국내·외 전자파 인체영향 문제 제기 사례 수집
- 다. 세계보건기구(WHO)의 EMF 프로젝트 최근 동향 정리
- 라. 전자파 과민성 국외 연구 동향 파악
- 마. 전자파 과민성에 관한 해외 논문 및 보고서 번역
- 바. 전자파 과민성 국외 연구 결과 분석
- 사. 국내 전자파 과민성 연구 방안 제시

## 6. 기대효과

본 연구에서는 국외 전자파 과민성에 대한 연구를 통하여 국외 연구동향을 파악하고 전자파 과민성의 원인과 증상에 대하여 조사하였다. 국외의 연구 결과들을 토대로 제시한 국내 전자파 과민성 설문지 개발 방안, 자원자 연구를 위한 연구방안은 추후 전자파 과민성 연구를 위한 기초자료로 활용하게 될 것이다.

## 7. 기자재 사용 내역

| 시설·장비명 | 규격 | 수량 | 용도 | 보유현황 | 확보방안 | 비고 |
|--------|----|----|----|------|------|----|
|        |    |    |    |      |      |    |

# SUMMARY

In this study, we researched into an EHS(electromagnetic hypersensitivity), which people are complained the physical disturbances about the weak electromagnetic wave under the international guideline for the human body. The symptoms, which are generally reported about the EHS are the nervous system problems as a fatigue and a headache and the skin problems as a facial skin problems and a tingling pain caused by the power line, the electric appliance, the visual display units, mobile phones, mobile phone base-station, etc.

There are three kinds of the international researches until now. The first research is the provocation study for the relation between the electromagnetic wave and the symptoms of the hypersensitivity. The second research is the method for the significant reduction in the degree of EHS suffering. The final research is the epidemiology study for the populations and causes of the EHS and for the grouping of the symptoms.

The public has only a superficial understanding of the EHS matter in Korea, and the research of the electromagnetic hypersensitivity is not almost processed. However, some people are getting petitioned about the electromagnetic exposure under the guideline to the public institution. Especially, we have to study the domestic EHS research because many people have assumed the spreading of the body effects of the

electromagnetic wave caused by the increase using the mobile phone. As this reason, we proposed the electromagnetic hypersensitivity research method and the questionnaire based on the EHS studied in the advanced nation.

# 목 차

|             |    |
|-------------|----|
| 표 목 차 ..... | 9  |
| 그림목차 .....  | 10 |
| 제 1 장 ..... | 11 |
| 제 2 장 ..... | 14 |
| 제 1 절 ..... | 14 |
| 제 2 절 ..... | 15 |
| 제 3 절 ..... | 17 |
| 제 4 절 ..... | 30 |
| 제 3 장 ..... | 49 |
| 제 1 절 ..... | 49 |
| 제 2 절 ..... | 50 |
| 제 4 장 ..... | 55 |
| 제 1 절 ..... | 55 |
| 제 2 절 ..... | 56 |
| 제 5 장 ..... | 70 |
| 제 1 절 ..... | 70 |
| 제 2 절 ..... | 74 |

|        |       |    |
|--------|-------|----|
| 제 3 절  | ..... | 76 |
| 제 4 절  | ..... | 79 |
| 제 6 장  | ..... | 84 |
| 참고문헌   | ..... | 87 |
| 부    록 | ..... | 97 |



## 표 목 차

|   |    |
|---|----|
| 표 2-1 전자파와 생체작용의 관계 .....                       | 16 |
| 표 2-2 측정 장비의 세부 내역 .....                        | 18 |
| 표 2-3 주파수 범위에 따른 일반 기준 조건 .....                 | 18 |
| 표 2-4 50/60Hz에서의 자기장 노출 제한 .....                | 19 |
| 표 2-5 협대역 측정 결과 .....                           | 20 |
| 표 2-6 광대역 측정 결과 .....                           | 21 |
| 표 2-7 국외 생체 영향 연구동향 .....                       | 40 |
| 표 4-1 전자파 과민성 VDU 자극 유발실험 .....                 | 60 |
| 표 4-2 전자파 과민성 휴대폰 자극 유발실험 .....                 | 62 |
| 표 4-3 인지행동요법을 이용한 전자파 과민성<br>증상 완화 연구 .....     | 65 |
| 표 4-4 VDU 스크린 필터를 이용한 전자파 과민성<br>증상 완화 연구 ..... | 66 |
| 표 4-5 기타 전자파 과민성 완화 연구 .....                    | 67 |
| 표 4-6 전자파 과민성 역학조사 연구 동향 .....                  | 69 |

## 그 립 목 차

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 그림 2-1 국가별 연구발표 수 .....               | 37 |
| 그림 2-2 대륙별 연구 발표 현황 .....             | 37 |
| 그림 2-3 국가별 연구 현황 .....                | 38 |
| 그림 2-4 연구 분류별 연구방법 비교 .....           | 39 |
| 그림 2-5 기관별 생체 영향 연구 동향 .....          | 47 |
| 그림 2-6 국내 생체 영향 연구 동향 .....           | 48 |
| 그림 3-1 Roosli의 전자파 과민성 증상 연구 결과 ..... | 51 |
| 그림 3-2 Roosli의 전자파 과민성 원인 연구 결과 ..... | 52 |
| 그림 3-3 Hiller의 전자파 과민성 증상 연구 결과 ..... | 53 |
| 그림 3-4 Schuz의 전자파 과민성 증상 연구 결과 .....  | 54 |
| 그림 4-1 자극유발실험 연구의 분류 .....            | 58 |
| 그림 4-2 전자파 과민성 완화 방법 연구의 분류 .....     | 63 |
| 그림 5-1 휴대전화 유해성 인식도 .....             | 70 |
| 그림 5-2 휴대전화 이용 시 신체 이상 경험 .....       | 71 |
| 그림 5-3 휴대전화로 인한 신체 이상 증상 .....        | 71 |
| 그림 5-4 전자파 흡수율(SAR) 인지 여부 .....       | 72 |
| 그림 5-5 휴대폰 구입시 전자파 흡수율 고려 여부 .....    | 72 |
| 그림 5-6 휴대 전화 인체 유해 입증 시 행동 .....      | 73 |

## 제 1 장 서 론

현대 사회는 무선기술과 정보통신기술의 급속한 발달에 힘입어 새로운 무선통신기기에서부터 휴대전자기기에 이르기까지 다각적이고 지속적인 발전을 이루고 있다. 급속한 발전에 힘입어 현대 사회를 살아가는 사람들의 삶의 질을 향상시켜주고, 이런 상생관계는 더 많은 발전을 낳고 있다. 게다가 바쁜 일상 속에서 무선 정보통신 기술은 시간과 공간적인 측면에서 상당한 장점을 지니고 있어 해마다 이러한 기술과 기기들의 수요는 꾸준히 증가하고 있는 추세이며, 이제는 현대인의 삶에서 배제할 수 없는 중요한 자원이 되었다. 이렇듯 현대인들에게 편리하고 풍족한 삶을 제공한 정보통신기술과 무선기술 발전의 중심에는 전파가 존재하고 있고, 이러한 전파를 이용한 기술들은 우리 주변에서 쉽게 찾아볼 수 있다. 가장 근접하게는 휴대전화와 같은 이동 통신 분야에서부터 더 나아가서는 의료나 항공·우주 등과 같은 산업 분야에 이르기까지 점차 그 위치를 확고히 해 나가고 있다. 그러나 이러한 전파이용 기술이 우리 생활에 미치는 순기능적 측면에도 불구하고, 전파에 의존하게 되는 비율이 높아질수록 전파를 이용하는 시설들은 물론 기기들을 통하여 발생하는 전자파가 우리의 인체에 미칠 수 있는 역기능적인 측면에 대한 대중의 걱정과 불안도 함께 증가하고 있다.

우리나라의 2007년 1월 말을 기준으로 한 정보통신부의 자료에 따르면 이동전화 가입자 수는 1999년 이후 꾸준한 증가 추세를 보여 현재는 약 4,041만 명으로 우리나라의 거의 모든 사람이 이동전화 서비스를 사용하고 있으며, 이밖에도 Wibro, WCDMA, DMB 등의 신규 RF 서비스가 지속적으로 도입됨에 따라 신규 서비스의 사용 빈도도 점차 증가하고 있다. 이렇게 IT 강국으로서의 발달된 서비스 이면에, 이동 전화 및 휴대 전자기기들의 장시간 사용으로 인한 두통 및 뇌종양 등의 유발에 대한 문제가 제기 되었고, 이러한 문제는 점차 확산되어 국민들이 전자파에 대한 막연한 불안감을 갖게 하고

전자파의 인체 영향에 대한 오해의 소지를 만들었다. 그 결과 전자파의 역기능적인 측면에 대한 피해의식으로 발생하는 기지국 설치 반대 민원 등 사회적 혼란이 야기되고 있다. 따라서 이를 방지하기 위한 전자기장의 생체 영향에 대한 주요 현안의 연구와 과학적인 규명이 필요한 시점에 이르게 되었다. 이와 관련하여 미국, 유럽 등 세계 각국에서 전자파 인체영향 문제를 이슈화 하고, 연구를 통하여 그에 따른 규제를 자국의 시장보호 수단으로 사용하고 있는 만큼 우리나라도 이와 같은 문제에 대한 철저한 준비와 연구를 통하여 대응해 나가는 것이 필요하다. 특히 세계보건기구(WHO)에서는 1996년부터 전기장의 인체영향 및 국제적으로 통일된 인체보호기준을 목표로 국제 EMF 프로젝트를 운영하고 있고, 2004년 10월에는 체코에서 ‘International workshop on EMF Hypersensitivity’ 을 가지고 25개국에서 150명의 전문가들이 모여 전자파 과민성에 대한 정보 제공과 과민성 연구 자원자의 상태에 대한 정보를 공유하였다. IEC(국제전기기술위원회) TC 106은 전기장, 자기장, 전자기장의 인체 노출에 대한 평가 방법 표준제정을 위해 1999년 7월에 제안되어 그해 10월 회의에서 IEC의 새로운 기술위원회로 만들어졌으며, 2000년 10월 몬트리올에서 첫 전체 회의가 개최되었고 2006년 10월에 미국 플로리다에서 7번째 전체 회의가 개최된 바 있다. 이렇듯 세계 각국에서 전자파 과민성에 대한 상당한 관심을 가지고 있으며, 그에 대한 연구도 상당 부분 진척 되었다. 국내에도 전자파에 의한 자국민의 보호를 위하여 전자파 인체보호기준이 법제화되어 있으나, 이러한 법제화 된 기준에도 불구하고 기준 이하의 전자파에 대한 자각증상을 주장하는 사람들이 존재하는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 이러한 전자파 과민성에 대한 연구를 통하여 국내·외 연구동향을 파악하고 전자파 과민성의 원인과 증상에 대하여 조사하였다. 또한 자원자 및 역학 연구의 경우 대상자의 노출량 평가가 매우 중요함에도 불구하고 휴대전화와 같은 실제 노출원의 개인노출자료 확보 또는 사용 중의 정량적 평가가 어렵다는 문제점을 지니고 있어, 이

에 대한 연구방법 및 절차 확립이 필요하므로 본 연구를 통하여 국내의 전자파 과민성 자원자 연구를 위한 연구방법, 실험항목 및 절차를 확립할 것이다. 그러므로 이와 같은 연구는 추후 전자파 과민성 연구를 위한 기초자료로 활용될 것이며, 앞으로 국내에서 진행될 전자파 과민성 연구에 대한 토대가 될 것이다.

## 제 2 장 전자파 인체영향 연구동향

### 제 1 절 건강위험과 EMF

WHO는 그 현장에서 건강을 단순히 질병이나 허약함이 없는 상태가 아니라, 완전한 물리적, 정신적, 사회적 안녕의 상태로 정의하고 있다. 이러한 정의는 EMF 노출에 의한 인간 건강의 위험 가능성을 평가할 때 적용되어야 할 중요한 기준이라 할 수 있다. 이에 상호 작용과 생물학적 영향, 인식과 위험의 개념을 명백히 구분하는 것이 중요하다. 생물학적 영향은 전자기장과 유기체의 어떤 부분 간에서 발생하는 상호 작용으로 인한 생리적 반응이다. 이 영향은 유기체가 인식할 수도 있고 못할 수도 있으며, 어떤 사람은 노출되고 있음을 인식한다 하더라도 항상 전자기장을 감지하거나 인식하는 것은 아니다. 생물 시스템은 많은 자극을 생활의 정상적 과정 중 한 부분으로써 반응한다. 이러한 반응은 생물학적 영향의 예로써 유익, 무해 또는 유해할 수도 있다. 위험은 그 대상의 안녕에 유해한 것으로 간주되는 영향을 유발한다.

생물학적 반응을 건강의 위험으로 정의하는 일의 가장 큰 어려움은 엄격한 과학적 기준을 바탕으로 하지 않는 가치판단이 개입되기 때문이다. 어떤 사람들은 전자파에 의한 노출이 바람직하지 못하므로, 만약 이론만으로도 전자기장 유도 반응이 발생한다고 증명할 수 있다면 이유 없는 노출은 피해야 한다고 생각한다. 또 어떤 이들은 그와 같은 노출이 유해하다고 분명히 입증할 수 있고 판단이 가능한 전자기장 유도 반응이 일어났을 때만 피하면 된다고 생각한다. 또 어떤 사람들은 전자파에 노출되어 발생하는 반응이 불쾌함이나 고통이 아니라면 피할 필요가 없다고 생각한다. 노출의 모든 생물학적 영향이 반드시 유해한 것은 아니며, 어떤 것은 이익이 될 수 있다. 조사된 대다수의 영향들은 건강에 미치는 의미에 있어서 막연할 뿐이다. 그러므로 생물학적 영향이 적어

도 임상적 중요성을 가지고 있다면, 그 단계까지만이라도 이해하여 건강과 위험 잠재력을 평가할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 또한 영향에 대해 시간에 따른 경과 측, 전자파 노출이 중단된 후에 인체에 대한 영향이 사라지는 조건이 있는지 또는 개별 노출이 휴지 기간 후에도 부가적인지 그리고 영구적인 잠재성을 가지고 있는지 등을 판단하기 위한 조사도 필요할 것이다.

전자파 노출은 측정 가능한 생물적 및 심리적 변화와는 관련이 있을 수 있지만, 건강 위협의 증거라는 결론은 전자파 노출 정도에 따라 건강 위협에 변화가 있는지, 효과적인 보상작용 범위 내에 있는지, 그리고 개인의 자화율 차이를 감안할 때 물리적, 정신적 또는 사회적 안녕에 이롭지 못한 영향으로 이어질 가능성이 있는지에 달려있게 될 것이다. 만약 특정 전자기장 노출 조건이 매우 민감한 극소집단의 사람들에게 안전하지 않다고 밝혀진다면, 그러한 위험 요소에 대하여 사회적인 문제로 다루어져야 할 것이다.

## 제 2 절 전자파와 생체작용

인체 내의 각 조직은 전자적으로 어떤 전기정수를 가진 유전체로 생각되고 있다. 전자계와 생체의 상호작용에 관해서는 생체의 전기적인 특성 측면에서 이론적인 해석이 행해지고 있는 한편, 적절한 유전율 및 도전율로 구성된 모의 인체(phantom)등에 대한 실험적 분석수법도 확립되고 있다. 이들에 근거한 연구 성과에 의하면 전자계에 의한 생체작용은 표 2-1에 나타난 바와 같이 열작용, 자극작용 및 기타작용으로 구분할 수 있다.

표 2-1 전자파와 생체작용의 관계

| 작용의 구분 |          | 생체변화의 요인                   | 작용의 평가량                      | 전자파와의 관계                |
|--------|----------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 열작용    | 전신<br>가열 | 열조절응답<br>심층부체온상승<br>열 스트레스 | 전신평균 SAR<br>상승온도<br>(심부체온)   | 거시적 상호작용<br>(정량적 접근 가능) |
|        | 국소<br>가열 | 조직의 가열                     | 국소평균 SAR<br>상승온도<br>(국소조직온도) |                         |
| 자극작용   |          | 전류자극에 의한 신경,<br>근육의 흥분     | 유도전류(밀도)                     |                         |
| 기타작용   |          | 불명                         | 전자계강도 등<br>(변조주파수)           | 미시적 상호작용                |

전자계에 의한 생체의 열작용은 조직 내에서의 줄(Joule)열 발생에 의한 체온 혹은 조직 온도의 상승이다. 이 온도상승은 조직의 흡수 에너지양과 밀접한 관련이 있고, 단위질량조직이 단위시간에 흡수하는 에너지의 양 즉, 비흡수율(SAR)을 평가량으로 이용한다. 한편 자극작용은 인체조직에 유도된 전류밀도와 관계 지을 수 있으며, 비흡수율 및 유도전류는 인체조직 내부의 전계강도와 조직의 도전율에 의존한다. 이와 같이, 전자계의 생체작용은 조직내부의 전계강도 등과 밀접한 관계가 있지만, 조직내부의 전계강도 등은 직접 측정할 수 없기 때문에 어떤 방법으로 인체내부의 전자현상을 추정해야 하는지 연구해야 한다.



### 제 3 절 전자파 인체영향 문제제기 사례

#### 1. 해외의 문제제기 사례

##### 가. 호주 RMIT의 뇌종양 환자 발생사례

호주의 로얄 멜버른 공과대학(RMIT; Royal Melbourne Institute of Technology)의 17층 건물의 근무자들 중 지난 1999년과 2001년에 2명이 뇌종양 진단을 받은 데 이어, 2006년 한 달 동안 5명이 추가로 뇌종양 진단을 받은 것으로 확인되었다. 이들 7명 가운데 5명이 17층 근무자였으며, 3명으로부터 확인된 종양은 방사선의 영향과 증상이 일치하는 것으로 보이고 있다는 전문가의 의견이 있었다. 이러한 사태가 건물 옥상에 설치되어 있는 기지국에서 방출하는 전자파와 관련이 있을지 모른다는 우려가 제기 되었으며, 이에 대학 및 산재보험 당국은 그에 대한 가능성 조사에 착수하였다. 기지국에 의한 전자파가 인체에 유해한지를 확인해보기 위하여 RMIT 108동의 16층과 17층(239 Bourke Street in Melbourne, Victoria)에서 RF 레벨과 50 Hz 자기장 레벨을 협대역 및 광대역으로 측정하였다. 또한 고주파 마이크로파 신호를 획득하는 측정은 108동의 옥상에서 시행하였다. 이 보고서의 결과는 2006년 5월에 진행한 11층과 22층 사이에서 나온 테스트를 참고 하였다.

##### (1) 측정 범위

협대역 RF 필드 측정은  $W/m^2$ 의 전력밀도를 측정할 수 있는 30 MHz부터 2.5 GHz 사이의 주파수 대역에서 실시하였다. 또한, 광대역 RF 필드 측정은 V/m 단위에서 전기장을 위한 100 kHz부터 3.0 GHz까지의 주파수 대역에서 실시하였다. 레벨 기록은 ARPANSA 표준에 의해 자세히 기록된 기준 레벨에 대조하여 비교하였다.

## (2) 측정 장비

일반적으로 사용되고 있는 전자파 측정 장비의 세부 사항을 표 2-2에서 보여주고 있다.

표 2-2 측정 장비의 세부 내역

| 장비                       | 모델명     | 주파수 범위             | 최종 측정    | 측정 만기    |
|--------------------------|---------|--------------------|----------|----------|
| 스펙트럼 분석기                 | 8593EM  | 9 kHz - 22 GHz     | 14/07/05 | 14/07/06 |
| 대수 주기 안테나                | 3146A   | 300 MHz - 1000 MHz | 31/03/05 | 31/03/06 |
| 쌍원뿔 안테나                  | 3109    | 30 MHz - 300 Mhz   | 31/03/05 | 31/03/06 |
| 혼 안테나                    | 3115    | 1 GHz - 18 GHz     | 24/02/06 | 21/02/07 |
| 광대역 프로브<br>(E-Field 측정용) | EMR 300 | 100 kHz - 3 GHz    | 23/08/05 | 23/08/07 |
| N-Type 케이블               | HAS     | 9 kHz - 5 GHz      | 12/12/05 | 12/12/06 |
| N-Type 케이블               | 106     | 9 kHz - 20 GHz     | 22/09/05 | 22/09/06 |
| 3축 mG 미터                 | 70      | 50 Hz              | 11/07/05 | 11/07/06 |

## (3) 노출제한

### (가) RF 전력 밀도 제한

RF 전력 밀도 제한은 ARPANSA RPS3 standard에서 인용하였으며, 주파수 범위에 따른 일반 기준 조건은 다음의 표 2-3과 같다.

표 2-3 주파수 범위에 따른 일반 기준 조건

| 주파수 범위(f)               | 일반 기준(W/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|--------------------------|
| 10 MHz - 400 MHz        | 2 W/m <sup>2</sup>       |
| 400 MHz - 2,000 MHz     | f/200 W/m <sup>2</sup>   |
| 2,000 MHz - 300,000 MHz | 10 W/m <sup>2</sup>      |

#### (나) 전력 주파수 자기장 제한

50 Hz와 60 Hz의 경우, 국제비전리방사선보호위원회(ICNIRP) 기준에 의한 자기장의 노출 제한은 표 2-4에서 보여준다. 각각의 노출 특성에 따라서 유럽 쪽에서 사용하는 T(tesla)와 미국 쪽에서 사용하는 G(gauss)로 나타내었다.

표 2-4 50/60Hz에서의 자기장 노출 제한

| 노출 특징 |              | 자기장     |        |
|-------|--------------|---------|--------|
|       |              | mT(rms) | mGauss |
| 직업인   | 종일 노출        | 0.5     | 5000   |
|       | 단기간 노출       | 5       | 50000  |
|       | 팔/다리 노출      | 25      | 250000 |
| 일반인   | 최대 24시간 노출   | 0.1     | 1000   |
|       | 하루 중 일부시간 노출 | 1.0     | 10000  |

#### (4) 결과

##### (가) 협대역 전기장 레벨

가장 높이 측정된 협대역 필드 세기는 ARPASA RPS3에 의해 제정된 일반인 제한의 0.042 %로 기술하였다. 이 레벨은 893.92 MHz 대역에서 108동 17층 12번 방으로부터 기록되었으며, 측정 장비에 근접하여 사용된 휴대전화로부터 발생되었다. 외부 휴대전화 송신기로부터의 최고 레벨은 일반인 제한의 0.00085 %로 나타났다.

표 2-5 협대역 측정 결과

| 건물 층수 | 방 번호          | 주파수(MHz) | 일반 기준의 비율 |
|-------|---------------|----------|-----------|
| 17    | 108.17.12     | 893.92   | 0.04200   |
|       | 108.17.16     | 148.85   | 0.00220   |
|       | 108.17.21(복도) | 148.85   | 0.00014   |
|       | 108.17.19     | 896.4    | 0.01700   |
|       | 108.17.32     | 162.59   | 0.00005   |
|       | 108.17.45     | 1711.2   | 0.00009   |
|       | 108.17.68     | 878.95   | 0.00187   |
|       | 108.17.47     | 898.65   | 0.00039   |
|       | 108.17.65     | 1835.4   | 0.00023   |
|       | 108.17.88     | 94.98    | 0.00460   |
|       | 108.17.15     | 148.85   | 0.00018   |
|       | 108.17.103    | 506.48   | 0.00150   |
| 16    | 108.16.21     | 164.96   | 0.00318   |
|       | 108.16.103    | 506.48   | 0.00928   |

(나) 광대역 측정 결과

16층과 17층에 근무하는 모든 사원들을 대상으로 실시된 실험은 일반인 제한 0.00135 %보다 더 적은 전자기장 강도가 기록되었다. 최고로 측정된 전자기장 강도는 ARPANSA RPS3에 의해 제정된 일반인 제한의 6.3 %로, 이 레벨은 16층에 위치한 108.16.05 방의 전자레인지로부터 5 cm 앞에서 측정되었다.

표 2-6 광대역 측정 결과

| 건물 층수 | 방 번호 | 일반 기준의 비율  |
|-------|------|------------|
| 17    | 모든 방 | < 0.00135% |
| 16    | 모든 방 | < 0.00135% |

나. 중앙일보 2007년 6월 18일 기사

전자파의 인체 유해 여부를 조사해 온 세계보건기구(WHO)가 “전자 레인지 등 전자제품이나 고압 송전선에서 나오는 초저주파 전자파가 소아백혈병과 무관치 않다”는 결론을 내렸다고 교도통신이 17일 보도했다. 18일 공개될 WHO 보고서 ‘전자파 환경보건 기준’은 전자파가 장기적으로 인체에 미치는 영향에 관한 최초의 국제지침으로, 회원국에 전자파 예방대책을 마련할 것을 권고하고 있다.

교도통신에 따르면 WHO는 구체적인 전자파 규제치는 제시하지 않았지만 ‘0.3~0.4  $\mu\text{T}$ (마이크로테슬라)의 전자파에 상시 노출될 경우 소아백혈병 발병률이 두 배로 높아진다’는 일본 국립환경연구소의 역학조사 결과를 지지했다. 0.3~0.4  $\mu\text{T}$ 의 전자파는 30 cm 떨어진 TV에서 나오는 최대 전자파의 5분의 1 정도에 해당한다. 또 “전자파와 건강과의 직접적인 인과관계는 분명하게 확인되지 않으나 관련성은 부정할 수 없다”며 “인체 유해 여부가 과학적으로 입증되기를 기다리지 말고 각국이 피해 방지 대책을 세워야 한다”고 촉구했다. 보고서는 송전선을 가급적 땅에 묻되 가설할 때 주민들과 협의해야 한다는 내용도 담았다.

전자파의 인체 위해성 여부에 대한 국제적 논란이 20년 이상 지속되고 있는 가운데 선진국들은 전자파 관리 기준을 설정해 놓고 있다. 미국 국립방사선 방호학회는 전자파 노출을 0.2  $\mu\text{T}$  내로, 샌디에고시는 신축 건물의 자기장 한계치를 0.2~0.4  $\mu\text{T}$ 로 정해 놓고 있다. 캘리포니아주 교육청은 송전선 전압이 50~133 kV일 때는 학교와의 거리를 30

m 이상, 220~230 kV일 때는 45 m 이상, 500~550 kV일 때는 105 m 이상 유지해야 한다는 규정을 두고 있다. 스웨덴 정부는 전자파 권고치를 0.2  $\mu$ T 이내로 규정하고 있다. 전자파에 관한 규제 기준이 없는 일본 정부는 최근 경제 산업성에 특별연구팀을 만들고 고압선에서 나오는 전자파를 규제하는 방안을 검토하고 있다.

다. 세계일보 2007년 4월 24일 기사

인터넷을 사용하는 현대인들이라면 거의 대부분 사용하고 있는 무선랜(Wi-Fi) 전자파가 인체에 치명적일 수 있다는 보도가 나와 전 세계 네티즌들 사이에서 논쟁이 뜨겁다.

영국 유력 일간지 인디펜던트 온라인 판은 ‘일렉트로닉 스모그에 위협받는 어린이들(Children at risk from electronic smog)’ 제하의 22일자 기사([http://news.independent.co.uk/uk/health\\_medical/article2472133.ece](http://news.independent.co.uk/uk/health_medical/article2472133.ece))에서 무선 랜 장비를 통한 전자파 피해에 대해 경고하고 나섰다.

보도에 따르면 영국 보건국(Health Protection Agency) 및 교사 노조(Professional Association of Teachers)는 최근 학교 내 무선 통신 기기가 어린이들의 건강에 영향을 위협할 수 있는 가능성에 대해 관계 당국에 정식 조사를 요청했다. 이를 주도한 윌리엄 스튜어트(Sir William Stewart) 영국 보건국 의장은 휴대폰 전자파 위협 가능성에 대해서도 두 차례 공식 조사를 요청한 바 있는 인물이다. 이번에 추진하고 있는 무선 랜 전자파 조사 역시 휴대폰 사안의 연장선상에서 진행된다. 휴대폰 전자파의 경우 최근 암이나 뇌질환에 영향을 줄 수 있다는 조사 결과가 나온 바 있다. 신문은 특히 “그 동안 무선랜은 전화선을 꽂을 필요 없이 컴퓨터를 연결할 수 있도록 해 주기 때문에 교육계에서 ‘마법의 시스템’이라는 평가를 받아왔다”며 “현재 영국 초등학교의 절반 이상, 중등학교의 45%가 무선랜 시스템을 도입한 상태”라고 지적했다. 그러나 일부 유럽 지방 정부에서는 일부 교사들의 건강이 악화된 것을 파악, 교실이나 학교 내에서 무선 랜 장치를 제한하거나 금지하고 있는

것으로 알려졌다. 신문은 또 올레 요한슨(Olle Johansson) 스웨덴 왕립 카롤린스카 연구소 교수의 말을 인용, “무선 랜이 건강에 악영향을 미친다는 주장을 뒷받침해 줄 수천 건의 논문이 이미 존재 한다”고 전했다. 한편 ‘더클라우드 네트워크(The Cloud Networks)’는 23일 해외 언론에 배포한 보도 자료를 통해 “영국 런던 도심에서 무선 인터넷 접속 서비스를 공식 시작 한다”고 밝혔다. 이번에 설치된 무선 랜 구간은 2.6 평방킬로미터 구역의 95 %를 커버하고, 35만 여명이 접속할 수 있는 규모다. 핫스팟 보급은 시티오프런던 프로젝트의 일환이다. 이 업체는 가로등이나 거리간판 등에 무선 AP를 설치해 인터넷 서비스를 제공한다.

라. JOINS 2007년 1월 26일 기사

전자파의 인체유해 여부를 조사해 온 세계보건기구가 “전자레인저 등 전자제품이나 고압 송전선에서 나오는 초저주파 전자파가 소아백혈병과 무관치 않다”는 결론을 내렸다고 교도통신이 17일 보도했다. 18일 공개될 WHO 보고서 ‘전자파 환경보건 기준’은 전자파가 장기적으로 인체에 미치는 영향에 관한 최초의 국제지침으로, 회원국에 전자파 예방 대책을 마련할 것을 권고하고 있다. 교도통신에 따르면 WHO는 구체적인 전자파 규제치는 제시하지 않았지만 ‘0.3~0.4  $\mu$ T의 전자파에 상시 노출될 경우 소아백혈병 발병률이 두 배로 높아진다.’는 일본 국립 환경연구소의 역학조사 결과를 지지했다. 0.3~0.4  $\mu$ T의 전자파는 30 cm 떨어진 TV에서 나오는 최대 전자파의 5분의 1정도에 해당한다. 또 “전자파와 건강과의 직접적인 인과관계는 분명하게 확인되지 않으나 관련성은 부정할 수 없다”며 “인체 유해 여부가 과학적으로 입증되기를 기다리지 말고 각국이 피해 방지 대책을 세워야 한다”고 촉구했다. 보고서는 송전선을 가급적 땅에 묻되 가설할 때 주민들과 협의해야 한다는 내용도 담았다. 전자파의 인체 위해성 여부에 대한 국제적 논란이 20년 이상 지속되고 있는 가운데 선진국들은 전자파 관리 기준을 설정해 놓

고 있다. 미국 국립방사선 방호학회는 전자파 노출을  $0.2\ \mu\text{T}$  내로, 샌디에이고시는 신축 건물의 자기장 한계치를  $0.2\sim 0.4\ \mu\text{T}$ 로 정해 놓고 있다. 캘리포니아주 교육청은 송전선 전압이  $50\sim 133\ \text{kV}$ 일 때는 학교와의 거리를  $30\ \text{m}$  이상,  $220\sim 230\ \text{kV}$ 일 때는  $45\ \text{m}$  이상,  $500\sim 550\ \text{kV}$ 일 때는  $105\ \text{m}$  이상 유지해야 한다는 규정을 두고 있다. 스웨덴 정부는 전자파 권고치를  $0.2\ \mu\text{T}$  이내로 규정하고 있다. 전자파에 관한 규제 기준이 없는 일본 정부는 최근 경제 산업성에 특별연구팀을 만들고 고압선에서 나오는 전자파를 규제하는 방안을 검토하고 있다.

마. 나우뉴스 2007년 9월 4일 기사

휴대전화 통화 시간이 10분만 넘어도 암을 유발할 수 있다는 주장이 제기돼 논란이 되고 있다. 이스라엘 바이츠만 연구소는 휴대전화를 10분 이상 사용하면 뇌에 암을 유발할 수 있다는 새로운 연구결과를 지난 28일 발표했다. 휴대전화에서 일반적으로 사용되는 수준의 저주파도 10분 만에 인체 세포에 영향을 끼칠 수 있다는 것. 연구진은 인간과 쥐의 세포를  $875\ \text{MHz}$  전파에 노출한 후 세포 변화를 관찰해 이 같은 결과를 밝혀냈다. 바이츠만연구소의 로니 세제르 박사는 “흔한 휴대용품에서 방출되는 매우 약한 전자파라고 하더라도 세포내부의 화학신호에 영향을 끼친다.”며 “이는 흔히 알려진 휴대전화의 ‘방출열’외에 건강을 해칠 수 있는 또 하나의 요인”이라고 밝혔다.

이 같은 연구결과는 휴대전화 위험성 논란에 새로운 불씨를 지폈다. 영국 던디대학교의 시몬 아더 교수는 이번 연구결과에 대해 “변화가 있을 수는 있지만 암을 유발하는 원인과는 성격이 다르다.”고 지적했다. 단지 세포변화만으로 ‘암 유발’이라고 경고하기에는 성급하다는 것. 이 같은 주장에 대해 핀란드 방사선·원자력 안전센터의 다리우츠 레스킨스키 교수는 “휴대전화의 전자파가 세포에 영향을 미친다는 사실만으로도 자세히 연구해야 할 필요가 생긴 것”이라고 반박했다.

한편 지난해 영국 암 리서치재단 과학자들은 휴대전화와 뇌종양은



큰 관계가 없다는 조사결과를 발표한 바 있다. 당시 연구진들은 4년간 휴대전화 사용자 1716명을 조사한 결과를 바탕으로 이 같이 주장했다.

## 2. 국내의 문제 제기 사례

가. 연합뉴스 2007년 2월 22일 기사

전기장판에서 나오는 전자파가 숙면을 방해할 수 있으며 여기에 장기간 노출되면 신경 계통에 좋지 않은 영향이 있을 수 있다는 연구결과가 나왔다.

한양대 산업의학과 대학원 이규수씨는 22일 박사학위 논문 ‘생활용품에서 발생하는 전자파 노출에 의한 건강영향에 관한 연구’에서 “강한 전자파에 장기간 노출되면 스트레스를 받았을 때 발생하는 호르몬인 코티졸의 분비량이 늘어나 숙면을 방해할 수 있다”고 밝혔다. 이씨는 2004년 10월부터 2005년 말까지 연령별로 분류한 피실험자 20명을 대상으로 강한 전자파( $2\ \mu\text{T}$  [마이크로테슬라] 이상)와 약한 전자파( $0.2\ \mu\text{T}$  이하), 전자파에 노출되지 않은 그룹으로 나눠 수면 전후의 뇌파 및 심전도, 멜라토닌, 코티졸 분비량 등에 관한 실험을 실시했다. 실험 결과 강한 전자파에 노출된 그룹의 수면 전 코티졸 분비량은 평균  $3.98\ \text{pg/ml}$ 로 나머지 그룹과 같았지만 수면 후에는  $16.8\ \text{pg/ml}$ 로  $15.88\ \text{pg/ml}$ 인 나머지 그룹보다 상당량 증가했다. 이씨는 “정신적, 육체적 스트레스를 받을 때 분비되는 코티졸은 두뇌와 신체를 긴장시키는 효과가 있어 전자파에 많이 노출되면 수면 중 각성 상태의 비율이 높아져 숙면을 방해할 수 있다”고 설명했다. 또 전자파에 많이 노출된 그룹의 심전도를 조사한 결과 수면 후 심장박동 변이도(M-RRI)가 나머지 그룹보다 높게 나타나 전기장판 사용이 심장혈관 계통의 심박 간격을 늘리는 역할을 하고 있는 것으로 분석됐다. 이씨는 “전기장판에서 발생하는  $2\ \mu\text{T}$  이상

의 자기장에 노출되면 코티졸의 분비가 많아지고 심박 간격이 늘어나는 등 인체에 악영향을 미쳐 숙면을 방해할 수 있다”며 “지속적으로 노출될 경우 신경내분비 계통 등의 생물학적 변화도 예상되므로 지속적으로 강한 전자파에 노출되지 않도록 주의가 필요하다”고 밝혔다.

나. 부산일보 2007년 1월 2일 기사

현대인은 전자파의 홍수 속에 살고 있다. 휴대폰이나 MP3 등은 물론 컴퓨터와 TV, 헤어드라이어, 전기면도기, 전자레인지, 진공청소기. 각종 전기 전자제품들과 살을 맞대고 살고 있기 때문이다. 요즘처럼 기온이 뚝 떨어진 겨울엔 전기장판이나 온풍기 등 열을 발생시키는 제품들도 선호한다. 거기서 끊임없이 발생하는 전자파는 우리 인체에 어떤 영향을 미칠까.

- 전자파의 홍수

인테리어 설계·시공업체인 (주)SD에서 설계사로 일하고 있는 이영아(29) 대리. 최근 인제대 의생명공학대학 홍승철 교수팀이 하루 24시간 동안 전자파 노출도를 측정한 결과를 보고 깜짝 놀랐다. 안전할 것이라 여겼던 집안에서 전자파에 훨씬 더 심하게 노출돼 있다는 것을 알게 됐다. 실제로 자신은 하루 평균 2.15 mG 정도의 전자파에 노출돼 있는 것으로 측정됐다. 국제암연구기구(IARC)에서 수년간의 역학연구를 통해 어린이 백혈병 발생위험 증가와 관련성이 있다고 보고한 수준(2~4 mG). 특히 퇴근해 저녁을 준비하며 전자레인지를 사용하고 있을 땐 최대 204 mG나 되는 강한 전자파를 받고 있었다. 이는 국제비전리방사선 보호위원회(ICNIRP)가 인체 보호기준으로 정한 최대 833 mG의 1/4 수준이었다. 잠을 자는 시간에도 40~60 mG 정도의 전자파에 무려 8시간이나 노출돼 있었다. 전기장판을 켜고 자기 때문이었다. 이 대리는 “전자레인지와 전기장판, 헤어드라이어 등에서 그렇게 많은 전자파가 나오는지 이번에 처음 알았다”면서 “평소 아무 거리낌 없이 써오던 전기 전

자제품들이 우리 몸에 어떤 나쁜 영향을 주지나 않을지 불안하다”고 말했다.

- 전자파의 양면성

전자파는 전류가 흐를 때 발생하는 전기장과 전자기기에서 발생하는 자기장을 함께 일컫는 말이다. 보통의 경우 전기장은 차단이 가능하다. 하지만 자기장은 아직까지 차단할 수 있는 물질이 거의 없는 것으로 알려져 있다. 서울대 의대 박웅양 교수는 “전자파는 의학적으로 보면 양면적인 가치를 지니고 있다”(‘EMF뉴스레터’ 2006 통권 제5호)고 말한다. 우선 전자파는 질병의 진단에 사용되는 초음파와 자외선 및 적외선레이저, 그리고 MRI같은 의료기기에 사용된다. 현대 의료의 발전에 획기적인 기여를 해온 일등공신 중의 하나다. 최근에는 초음파쇄석기나 레이저를 이용한 신경 외과적 수술, 그리고 전자파를 이용한 관절질환 치료기기까지 개발돼 진단 뿐 아니라 치료 영역에까지 전자파가 요긴하게 쓰인다. 반면 해로운 측면도 있다. 300 MHz 이상의 고주파는 체내 심부에서 발열작용을 일으켜 백내장, 생식 유전의 이상, 내분비계 및 신경계에 대한 급성 피해 등을 일으키는 것으로 알려져 있다. 또 1천 Hz 이하의 극저주파(ELF) 자기장은 급성적인 영향보다는 백혈병 뇌종양 유방암 전립선암 임파선암같은 만성적인 질환을 불러일으킨다고 한다. 특히 국제암연구기구나 미국보건환경연구원 등은 지난 수십 년간의 역학조사 연구 결과를 토대로 극저주파 자기장과 소아 백혈병 간에 관련성이 있다고 보고한 바 있다.

- 정말 위험한가

전자파의 유해성이 널리 알려져 있고, 또 계속 제기되고 있긴 하지만 아직 인체에까지 그 정도의 다양한 질병을 불러일으킨다는 명확한 증거는 아직 없다. 서울대 박 교수는 “전자기기에서 발생하는 전자파에 의한 질병 발생 가능성은 현대 의학이 의학적으로 풀어야 할 숙제”라고 말하고 “특히 휴대폰 전자파의 경우 불과 20여 년 전부터 인체에 노출

되기 시작했기 때문에 아직 생체 내에서 새로운 전자파 환경과 조화를 이루지 못하고 있다”고 덧붙였다. 휴대폰 전자파가 장기적으로 인체에 어떤 영향을 미칠지 아직은 확인할 수 없다는 것이다. 인제대 홍승철 교수도 “전자파 노출에 따른 건강 위해성을 증명하기 위해 전 세계적으로 부단한 노력을 하고 있지만 아직 그 위해성을 과학적으로 완전히 입증한 연구 결과는 많지 않은 실정”이라 말했다. 하지만 그동안 역학적 연구나 동물실험 및 세포실험 등에선 위해성을 추정할 만한 결과가 많이 나왔던 만큼 인체를 대상으로 한 실험에서도 유효한 결과를 얻어낼 가능성은 점점 높아지고 있다. 또한 그동안의 연구 기간이 짧아 아직 장기적으로 어떤 영향을 미치는 지 충분한 데이터가 축적되지 못한 이유도 있고, 실험 상황의 가변성으로 인해 연구 결과를 재현해 내거나 일관성 있는 결과를 제시하기 어려운 측면도 있다. 홍 교수는 이에 따라 “아직 인체에 대한 위해성이 충분히 입증되지 않았다 하더라도 그게 전자파가 안전하다는 것을 의미하는 것은 결코 아닌 만큼 생활 현장에서부터 전자파 영향을 줄이려는 노력은 꾸준히 할 필요가 있다”고 강조했다.

다. 네이버 뉴스 2007년 6월 25일 기사

경기 양주시 장흥면 삼하리 주민들이 인근에 설치된 변전소의 고압 전류로 인해 수십 년간 집단적으로 암이 발병했다고 주장해 파문이 일고 있다. 8일 양주시의회 장재훈 의원이 지난달 21일부터 삼하리 주민들을 대상으로 4~5년간 암 발병 현황을 조사한 결과 주민 29명이 위암과 대장암, 피부암, 전립선암 등 각종 암에 걸려 이 중 17명이 암으로 사망하고 12명이 투병중인 것으로 나타났다.

장 의원과 주민들은 이와 같은 암 집단 발병 원인에 대해 “한국전력 양주변전소에서 송출되는 고압 전류 때문으로 추정된다”고 주장했다. 장 의원은 “팔담댐에서 들어오는 불안정한 고압선 때문에 삼하리 14번지와 85번지 일대 주민 중 15명이 암에 걸렸다”며 변전소 고주파로 인

한 암 발병 의혹을 제기했다. 지난 1992년 양주시 장흥면 삼하리에 2만 7000평 규모로 들어선 양주변전소는 양주시 장흥면과 광적면, 고양시 고양동 일대 1만 1596가구에 전력을 공급하고 있다. 이에 대해 한전 관계자는 “전자파의 유해성 여부에 대해서는 어느 정도 알려졌다으나 변전소 전류로 인한 암 발병과의 상관관계와 사례는 아직 밝혀진 바가 없다”며 “구체적인 조사·착수 일정은 계획되지 않았으나 관계부서의 의견조율을 거쳐 결과에 따라 대책안 마련에 나설 것”이라고 말했다. 한편 장 의원은 암 발생원인에 대한 사태파악을 위해 오는 20일부터 실시되는 양주시 행정사무감사에서 시를 상대로 한전 변전소 설치시기와 주민 설명회 여부 등에 대해 집중조사를 실시할 예정이다.

## 제 4 절 국내·외 전자파 인체영향 연구동향

### 1. 세계보건기구(WHO)의 국제 EMF 프로젝트

전자기장(EMF)은 우리 생활과 매우 밀접한 관련을 맺고 있으며, 그에 대한 활용도 높아 빠르게 성장하고 있는 환경요인들 중 하나이다. 이처럼 전자기장이 우리 생활에 영향을 미치는 정도가 높아짐에 따라 전자파에 대한 일반인들의 막연한 불안감과 걱정 또한 점차 확대되고 있으며, 암, 행동양태의 변화, 기억상실, 파킨슨씨병, 치매 등과 같은 많은 질병들이 전자기장에 대한 노출 결과인 것으로 제기되어 왔다.

이에 국제 EMF 프로젝트(International EMF Project)는 전자기장 노출에 대한 국제적인 지침을 개발하기 위해 정적 및 시간변화 전자기장 (0 - 300 GHz)의 노출이 건강 및 환경에 미치는 영향을 평가하기 위한 과제이다. 1996년 WHO(World Health Organization)에서 시작된 국제 EMF 프로젝트는 지금까지도 계속 수행되고 있으며, 2001년 ELF 대역에 대한 결론이 내려진 것에 이어 2008년에는 RF 대역의 인체 영향에 대한 결론을 지을 수 있을 것이라 예상하고 있다.

현재 EMF 과제는 국제비전리복사방호위원회(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)를 포함한 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer), 국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission), 국제노동기구(International Labor Office), 국제전기통신연합(International Telecommunication Union), 국제연합 환경계획(United Nations Environment Programme), 북대평양조약기구(North Atlantic Treaty Organization), EC(European Commission)의 8개 국제기구를 비롯하여 40 여 개국의 관계 당국 그리고 영국 국립복사방호국(National Radiological Protection Board), 독일 연방복사방호국(Bundesamt für Strahlenschutz), 스웨덴 카롤린스카연구소(Karolinska Institute) 및 환경의약연구소(Institute of Environmental Medicine), 미국 식품의약청(Food and Drug Administration),

미국 국립환경건강과학연구소(National Institute of Environmental Health Sciences) 및 미국 국립직업건강연구소(National Institute of Occupational Health), 일본 국립환경연구소(National Institute for Environment Studies)와 같은 7개의 WHO 협력 센터로부터 협조를 얻고 있다.

#### 가. 국제 EMF 프로젝트의 목적

세계 보건기구의 국제 EMF 프로젝트의 주요 목적은 다음의 8가지 사항으로 요약할 수 있다.

- ① EMF 노출로부터 인체에 영향을 줄 수 있는 것에 대해 국제적으로 통합된 해답을 제공한다.
- ② 과학적 문헌을 심도 있게 평가하고, 인체 영향에 대한 보고서를 발행한다.
- ③ 더욱 향상된 인체 유해성 평가를 위해 요구되는 연구 분야를 도출한다.
- ④ 수준 높으며, 집중된 연구 프로그램을 조장한다.
- ⑤ 연구결과를 WHO의 환경 건강 기준(Environmental Health Criteria) 연구 보고서에 반영하여 EMF 노출에 대한 공식적인 건강 유해성을 평가한다.
- ⑥ EMF 노출에 대해 국제적으로 수용할 수 있는 표준의 개발을 용이하게 한다.
- ⑦ 국가 및 다른 당국자들을 위해서 EMF 보호 프로그램의 관리에 대한 정보를 제공한다.
- ⑧ 국가 및 다른 당국자들에게 EMF 건강 및 환경 영향, 그리고 필요한 방호 대책에 대해 권고한다.

## 나. 국제 EMF 프로젝트의 연구 분야

국제 EMF 프로젝트는 건강에 유해한 것으로 판단되지만 건강위험성 평가기준에는 미치지 못하는 미확인 된 인체에 유해한 영향들을 확인하기 위하여 수행된다. 따라서 국제 EMF 프로젝트의 전체적인 목표는 인체에 유해할 수 있다는 가능성과 잠재적으로 건강상에 영향을 줄 수 있는 위험성을 가지는 EMF 노출 영향에 대해 증명할 수 있는 연구들을 장려하는 것이며, 건강위험성을 평가하기 위해 국제 EMF 프로젝트에서는 WHO의 국제암연구소(IARC) (Repacholi와 Cardis, 1997)의 기준을 사용한다.

전자기장에 노출되었을 때의 영향은 아직까지도 확실하게 검증된 바가 없어 건강 유해성과 관련하여 명확한 답을 제시할 수는 없다. 그러므로 확실한 결과들을 제공할 수 있는 연구들이 우선적으로 추진되어야 하며, 핵심 영역에 대한 조정과 집중적인 연구 프로그램이 필요하다. 이에 제안된 연구들은 생물학적 중요성과 건강 유해성에 대하여 장래성 있는 데이터의 생산 가능성뿐만 아니라 다음과 같은 사항들이 평가되어야 한다.

- ① 잠재적인 연구에 대한 혼돈 요소들의 특성분석 및 통제
- ② 노출조건이나 측정의 재현성과 인체 노출과의 관련성
- ③ 진행 중인 연구에 대한 특성의 보장

전자파 인체 유해성을 규명하기 위한 연구방법으로 세포 실험 (*in-vitro*) 연구는 낮은 수준의 EMF 노출에 의한 생물학적 영향의 기본적인 메커니즘에 대해 중요한 통찰력을 제공한다. 반면 동물 실험 (*in-vivo*) 연구는 세포 실험 연구에 비하여 전자파 유해성과 관련하여 보다 더 납득 가능한 증거를 제공한다. 역학연구의 경우에는 전자파 유해성에 대하여 가장 직접적인 정보를 제공하나 상대적인 위험성이 낮은 경우에는 한계를 지닌다는 단점을 가진다.



## 2. IEC TC 106 인체 노출 표준

전자파는 그 세기에 따라 인체 미치는 영향의 정도가 달라지므로 전자파의 인체 영향을 밝히기 위해서는 우선 인체가 전자파에 노출되는 양이 어느 정도인지 알아야 할 필요가 있다. 전자파의 인체 노출량이 정량적으로 평가되면 동물 실험, 세포 시험, 역학 조사, 자원자 연구 등 인체 영향을 규명하기 위한 다양한 연구 결과에 중요한 의미를 부여할 수 있게 된다.

IEC(국제전기기술위원회) TC 106은 전기장, 자기장, 전자기장의 인체 노출에 대한 평가 방법 표준제정을 위해 1999년 7월에 제안되어 그 해 10월 회의에서 IEC의 새로운 기술위원회로 만들어졌으며, 2000년 10월 몬트리올에서 첫 전체 회의가 개최되었고 2006년 10월에 미국 플로리다에서 7번째 전체 회의가 개최된 바 있다.

IEC TC 106의 목적은 0 ~ 300 GHz 주파수 대역에서 전기장, 자기장, 전자기장의 인체 노출량 평가를 위한 측정 및 계산 방법에 대하여 국제 표준을 제정하는 것이며, 연구 내용은 인체 노출과 관련된 전자기 환경의 특성, 노출량 측정 방법, 계산 방법, 특정한 소스에 의해 발생하는 노출량 평가 방법, 불확정도 평가 등이 포함된다. 지금까지 5개의 WG를 중심으로 표준 작업을 활발히 진행하여, 2004년부터는 국제 표준 문서들이 발간되고 있고, 대부분의 기존 프로젝트들이 현재 CD 또는 CVD 단계에 있다. 최근에는 신규 프로젝트들도 추가되었고, 앞으로 IEC TC 106의 product 또는 product family standard의 표준화 대상은 기존의 근거리 저전력 시스템(RFID, EAS, 보안, 경보, 원격탐지 장치 등), 기지국 등에 이어 방송국과 다양한 전자파 발생원으로 확대될 전망이다.

2006 IEC TC 106 회의는 2006년 10월 31일부터 11월 2일까지 미국 플로리다에서 개최되었으며, 전파연구소의 오학태 연구관을 비롯한 4명의 우리나라 위원이 참석하였다. 이 회의에서는 현재까지 작성된 기술 문서의 내용에 대한 검토 및 계획을 논의하였다. 특히 국제 표준으로

발간된 62209-1(귀 접촉 사용 단말기의 SAR 측정 방법)에 대해서는 현재의 주파수 범위를 300 MHz ~ 3 GHz에서 30 MHz ~ 6 GHz 범위로 확대하고 IEEE 1528, IEC 62209-1, 62209-2(인체 밀착형 단말기의 머리 및 몸통 SAR 측정 방법)와 결합 연계하여 dual-logo standard로 발전시킬 계획을 갖고 있으며, 2008년에 CD 단계까지 진행 예정이다. Project 62209-2의 주요 이슈 사항은 모의 인체 fat layer로 인한 정현파 영향, 측정 대상기기의 위치, 프로브 크기, 팬텀 모델, 고주파 대역에서의 과대평가 문제, 인체 조직 특성, 스캔 절차 및 유효성 검사 절차 등이며, 2007년도에 CD/CDV 단계, 2008년도에는 FDIS/IS 단계로 추진 예정이다.

WG4의 SPS(Strategic Policy Statement)에 특정 소스 전자기장 및 SAR 측정 신규대상 기기로 레이더를 제외한 스마트카드 리더기, 방송 송신소, 고정 무선 접속, LMDS(무선 케이블 TV 전송망 시스템, Local Multipoint Distribution Services)를 추가하기로 결정하였다.

이번 2006 IEC TC 106 회의에서 활발한 논의가 이루어지고 많은 사람들이 관심을 가지고 있는 분야는 여전히 WG4와 WG5였다. WG4에서는 휴대폰의 SAR 평가 표준화에 이어 현재 신체 착용형태 기기의 SAR 평가 표준을 진행하고 있으며, 피부 향상 효과의 고려와 낮은 주파수에 사용 가능한 모의인체(phantom) 개발 등이 이슈로 부각되고 있다. 또한, RFID 전자파 인체 노출량 측정 방법, 기지국 전자파 측정 방법 등 국내 상황과 밀접한 관련성이 있는 분야도 WG4에서 표준화가 진행 중이다. 기지국 전자파 측정의 경우, 측정의 불확정도 평가가 가장 큰 이슈로 떠오르고 있고, RFID 관련 표준은 어느 정도 마무리되어 현재 국제 위원회의 투표 결과를 기다리고 있다. WG5에서는 소출력 기기의 간단한 전자파 인체노출 적합성 평가를 위한 표준의 초안이 마련 중이며, 표준의 기본 전제는 기기의 입력 전력이 20 mW 미만일 경우 인체 보호 기준을 만족한다는 것이다. 이러한 WG4과 WG5의 활발한 활동의 배경에는 그 표준화의 결과가 IT 기기의 생산 및 수출과 직결되는 Motorola, Vodafone, Sony 등 IT 업체의 활발한 지원이 있는 것으

로 파악된다. 한편, 특정기기와 직접적인 연관이 없는 일반/기초 표준을 담당하는 WG1과 WG3는 활동이 거의 없거나 미진한 모습을 보였으며, 특히 WG3는 몇 년째 활동이 거의 전무한 것으로 파악되었다. 회의를 전체적으로 지켜본 결과 IEC의 표준화 과정은 EU와 미국이 서로 견제를 하며 균형을 이루고 있는 것으로 파악되며, 일본도 일부 Project Team과 Working Group에서 활동을 계속하고 있었다. 특히 유럽은 CENELEC의 한발 앞선 표준화를 내세워 다양한 분야에서 2006 IEC TC 106의 표준화를 주도하고 있었으며, 그중에서도 영국, 독일의 활동이 인상적이었다. 우리나라는 국제 위원회로 보내지는 문서에 관해서 활발한 의견을 보내고 있지만, 2006 IEC TC 106의 PT에 전문가로 참가해 직접 표준 작성에 참여하는 경우는 많지 않다. 앞에서 살펴본 바와 같이 전자파 인체 영향 관련 국제 표준화는 유럽과 미국을 중심으로 진행되고 있으며, 이는 우리 IT 제품의 수출에도 직결되므로, 삼성, LG 등 국내 IT 업체도 2006 IEC TC 106에 대해 소극적인 자세에서 벗어나 보다 높은 관심을 가질 필요가 있다고 생각된다. 특히 향후 국내에서 RFID와 소출력 기기 등의 인체 노출량 평가 방법 표준화를 추진할 경우 2006 IEC TC 106 과 CENELEC의 표준화 현황을 주의 깊게 고려해야 할 것으로 보인다.

기타 안건으로 IEEE, CENELEC, CISPR 등 유관기관의 협조 발표가 있었으며, 특히 CENELEC의 발표에서는 전자파 인체 영향의 상당히 많은 분야에 대해 표준화가 진행된 유럽의 현황을 확인할 수 있었다. 또한 CENELEC과 IEC간 표준 상호 채택에 합의했던 드레스덴 조약의 성실 이행 여부에 대해 CENELEC측에서 불만의 표현이 있었으며, IEC TC 106 의장은 IEC 본부에 무엇이 문제인지 확인해 보기로 약속하였다.

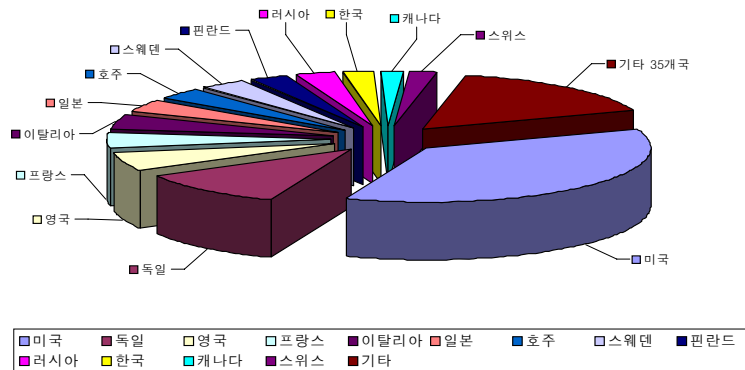
### 3. 국외연구 동향

외국의 경우, 전자파 인체영향에 대한 평가는 다양한 형태의 연구 계획으로 수행되어 왔다. 특히 인체에 가장 근접한 상태로 사용하며, 사용연령층이 다양하고 그 사용량에 있어서도 계속해서 증가 추세를 보이고 있는 이동전화의 경우 대중들이 가지고 있는 전자파 인체영향에 대한 관심과 우려 또한 계속해서 증가하고 있다. 이에 이동전화 주파수 대역에서 전자파에 대한 연구는 현재 세계적으로 가장 활발하게 연구되고 있는 전자파 인체 영향 연구 분야이다. 2001년 Radiation Research에서는 배양 세포주기를 이용한 실험에서 이동전화 주파수의 전자파는 세포주기에 영향을 미치지 않았다고 보고된 반면, 같은 해 Differentiation에서는 이동전화 주파수 전자파와 암과의 연관 가능성에 대한 가설이 보고되었다. 또한 2004년 Mutational Research는 이동전화 주파수 전자파가 세포 증식, 분화 및 다양한 세포 대사에 중요한 역할을 하는 단백질 키나아제 C의 활성을 감소시켰다고 보고하였다. 이 밖에도 이동전화 주파수 전자파의 스트레스 관련 유전자 발현이 증가 혹은 감소되거나 변화되지 않는다는 많은 상반된 연구 결과가 보고되었다.

이러한 이동전화의 전자파 인체영향연구는 공중보건학적 관점에까지 그 관심을 증대시켰고, 그에 따라 이동전화 기지국 전자파 노출 측정기기 개발 및 연구를 위한 예비연구(EU study group, 2003-2005)와 여러 가지 역학연구가 수행되고 있다. 그림 2-1에서 보여주는 표와 그림들은 WHO EMF 프로젝트의 DB를 참조한 생체 영향 연구 동향을 보여주고 있다. 연구 내용들의 주파수 범위는 100 kHz에서 300 GHz 까지였으며, 2006년 8월 23일에 업데이트 된 DB의 내용들을 참고하였다.

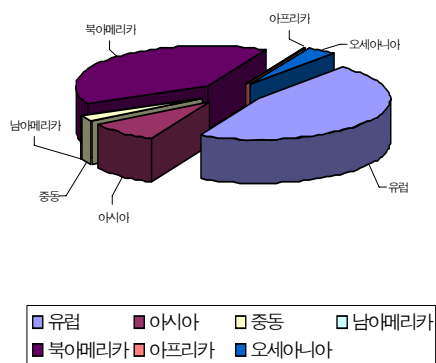
그림 2-1의 국가별 연구발표 수 그래프에 따르면 전자파 생체 영향과 관련하여 가장 활발한 연구가 진행되는 국가는 미국, 독일, 영국, 프랑스 순이었다. 이 중 우리나라는 WHO의 DB 상으로 핀란드, 러시아에 이어 11번째에 위치하였다. 이와 같은 국가별 연구동향을 기본으로 대

륙 별 연구동향을 살펴본 결과 연구를 진행하고 있는 국가가 많은 수로는 그림 2-2에서 볼 수 있듯이 유럽, 아시아, 중동의 순이었으나 이 분야에 있어 미국의 활발한 연구로 인하여 연구발표 수 별 순위는 유럽, 북아메리카, 아시아, 오세아니아로 나타났다. 북아메리카에 비해 많은 수의 국가가 참여하고 있는 아시아의 경우 상대적으로 연구발표는 매우 적음을 알 수 있었다.



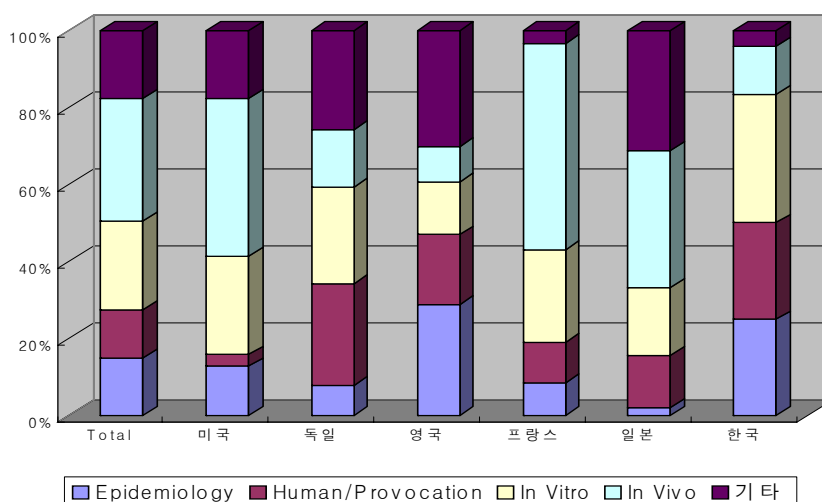
| 국가     | 미국    | 독일    | 영국   | 프랑스  | 이탈리아 | 일본   | 호주   | 스웨덴  | 핀란드  | 러시아  | 한국   | 캐나다  | 스위스  | 기타 36개국 | 총     |
|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-------|
| 연구발표수  | 437   | 128   | 66   | 58   | 52   | 45   | 40   | 38   | 34   | 34   | 24   | 23   | 23   | 195     | 1,197 |
| 비율 (%) | 36.51 | 10.69 | 5.51 | 4.85 | 4.34 | 3.76 | 3.34 | 3.17 | 2.84 | 2.84 | 2.01 | 1.92 | 1.92 | 16.29   | 100   |

그림 2-1 국가별 연구발표 수



| 대륙    | 연구국가수 | 연구발표수 |
|-------|-------|-------|
| 유럽    | 27    | 549   |
| 아시아   | 8     | 101   |
| 중동    | 4     | 26    |
| 남아메리카 | 2     | 6     |
| 북아메리카 | 2     | 460   |
| 아프리카  | 2     | 3     |
| 오세아니아 | 2     | 44    |
| 총     | 47    | 1,189 |

그림 2-2 대륙별 연구 발표 현황



| 구분(%)  | 총계    | 미국    | 독일    | 영국    | 프랑스   | 일본    | 한국    |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 역학 연구  | 14.95 | 12.81 | 7.81  | 28.79 | 8.62  | 2.22  | 25.00 |
| 자원자 연구 | 12.61 | 2.97  | 26.56 | 18.18 | 10.34 | 13.33 | 25.00 |
| 세포 실험  | 22.97 | 25.63 | 25.00 | 13.64 | 24.14 | 17.78 | 33.33 |
| 동물 실험  | 31.83 | 40.96 | 14.84 | 9.09  | 53.45 | 35.56 | 12.50 |
| 기타     | 17.63 | 17.62 | 25.78 | 30.30 | 3.45  | 31.11 | 4.17  |

그림 2-3 국가별 연구 현황

그림 2-3은 국가별 연구 현황을 나타내고 있으며, 연구방법과 관련하여 전체적으로는 동물 실험(*In Vivo*)과 세포 실험(*In Vitro*)이 총 연

구의 50 % 이상을 나타내었으며, 나머지는 역학 연구(Epidemiology), 자원자 연구(Human/Provocation)의 순이었다. 그러나 이를 국가별로 나누어 살펴본 결과 각 국가별로 전자파 생체 영향에 대한 연구방법이 제각기 다르다는 것을 알 수 있었다.

그림 2-4의 연구 분류 별 연구방법 비교 결과 발암성 연구와 관련해서는 세포실험이 가장 활발하게 이루어지고 있으며, 그 다음으로 동물실험과 역학연구의 순 이었다.

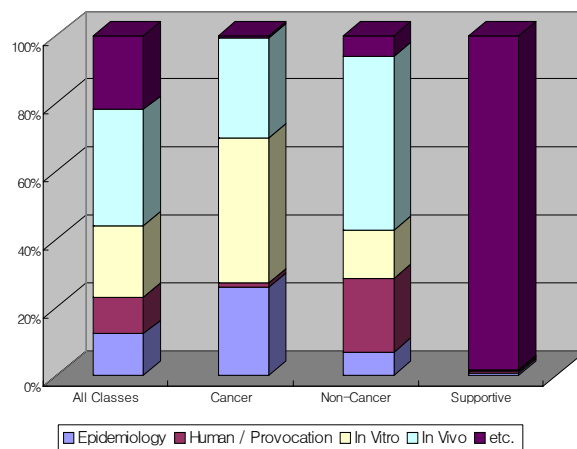


그림 2-4 연구 분류별 연구방법 비교

세포실험의 분포가 가장 많다는 결과는 표 2-7 국외 생체 영향 연구동향에서 유전자와 단백질 합성과 활동, 소핵과 염색체 이상, 분열 증식, 성장률, 그리고 세포 주기 분석의 연구가 활발히 이루어지고 있다는 점과 무관하지 않음을 보여주고 있다. 다음 비발암성 연구는 동물실험이 전체의 50 % 이상을 차지하였으며, 나머지 자원자연구, 세포실험의 순이었다. 이는 뇌파나 수면장애, 인식 및 지각 능력, 행동변화, 기억력 감퇴, 피곤 등과 같이 동물이나 인간을 대상으로 진행되는 연구가 다수이기 때문인 것으로 생각된다. 마지막으로 유지관리의 경우 측정기술이나 노출장치, 전자파 치료 등과 관련된 내용으로 발암성연구나 비발암성 연구와는 달리 동물실험이나 세포실험, 역학연구, 자원자연구의 비율은 그리 크지 않다는 결과를 확인할 수 있었다.

표 2-7 국외 생체 영향 연구동향

| 암인 경우   |       | 암이 아닌 경우   |       |
|---|-------|--|-------|
| 연구 형태   | 연구 비율 | 연구 형태  | 연구 비율 |
| Case Control Epi Study                                  | 13.51 | Animal Behavior, Brain Biochemistry, Neuropathology, Drug Interaction                  | 13.21 |
| Case Study of a Patient(s)                              | 2.27  | Animal Study with Multiple Parameters Examined   | 0.09  |
| Cell Line Injection Tumor Bioassay                      | 0.63  | Auditory Pathology & MW Hearing  | 5.84  |
| Chemical-Radiation-Genetically Initiated Tumor Bioassay | 3.54  | Blood Brain Barrier, Brain (PET scan) and Other Tissue Blood Flow                      | 6.74  |
| Cohort Epi (Ecological Correlation)                     | 2.27  | Blood Pressure, Heart Rate, Circulation, and Respiratory Rate                          | 4.13  |
| Cohort Epi Study  | 7.32  | Calcium (and other ion) Studies (Efflux, Neuron Conduction, Smooth Muscle Contraction) | 7.64  |
| DNA Breaks, Damage & Mutation                           | 9.72  | Cognitive Function & Memory  | 3.41  |
| Gene & Protein Expression & Activity                    | 17.30 | EEG, Event Related Potentials, Sleep Disturbances                                      | 8.98  |
| Immune Function & Hematology                            | 15.03 | Eye Pathology  | 6.29  |
| Long Term Rodent Bioassay                               | 2.78  | Headache & Fatigue   | 2.34  |
| Micronuclei & Chromosome Aberrations                    | 10.98 | Hormone Changes  | 2.61  |



|   |       |   |       |
|---|-------|---|-------|
| Oxidative Stress                                  | 3.28  | Hypersensitivity  | 2.34  |
| Proliferation, Growth Rate, & Cell Cycle Analysis | 10.10 | Membrane Biochemistry and Fluidity Studies                              | 3.59  |
| Transformation                                    | 1.26  | Other Animal Studies  | 0.81  |
|   |       | Other Tissue/Cell Culture Studies                                       | 1.44  |
|   |       | RF Therapy (e.g., Diathermy, Anticancer Drug Delivery, Tissue Ablation) | 0.45  |
|   |       | Teratogenicity, Reproduction, & Development                             | 13.75 |
|   |       | Thermal Analysis  | 16.35 |

#### 4. 국가별 연구동향

##### 가. 미국

RF 전자기장의 생체영향은 지난 50년간 많은 미국 실험실들의 연구 주제가 되어 왔다. 이러한 주제에 대한 관심은 1960년대부터 1980년대 초반까지 증가한 반면 그에 대한 연구 활동은 1980년대 중반부터 1990년대 중반까지 지속적으로 감소하였다. 그러나 RF 주파수의 이용범위가 확대됨과 동시에 전자기장 노출에 대한 기존 인체 보호 기준의 개정, 지난 연구에서 해결하지 못한 문제들에 대한 분석의 필요성으로 인하여 RF 전자기장의 생체 영향에 대한 연구가 다시 증가하고 있는 상황에 있다. 북미지역에서 실제로 광범위한 생물학적 모델을 사용하여 동물과 세포 방식에 대한 다수의 연구가 진행 중이며, 대부분의 연구들은 RF 에너지 또는 RF 파형이 동물 체내에 종양을 형성시키거나 세포 시스템 내에 암-관련 변화의 가능성을 제기하고 있다. 또한 많은 세포 실험 연구들은 이들 요소들이 핵 DNA에 가능성 있는 영향을 미칠 것이라는 가설을 세우고 연구를 진행 중에 있다. 이 밖에도 이동전화 사용 시 사용자의 두부에 미치는 전자파의 영향에 대해서는 많은 연구가 이루어지고 있는 것에 비해 전신 노출에 대한 연구가 부족하므로 이동

전화 사용 시 전신에 대한 전자파 노출에 관련된 연구는 물론 기지국 전자파에 의한 인체영향에 대한 연구도 필요한 실정이다.

미국의 경우는 ELF 전자기장의 생체영향에 대해서도 중점적으로 연구하고 있으며, 대표적인 연구로 EMF RAPID 프로그램을 들 수 있다. 최근 전자파 인체영향 관련 민원의 발생이 급격히 늘고 있으며, 이와 관련하여 소요된 비용 또한 계속해서 증가하고 있다. 민원의 유형도 전자파에 의한 유산, 성인 뇌종양, 임파선, 백혈병, 유방암 등의 질병과 재산의 피해, 전력선 위치 변경 등 다양한 양상을 보이고 있다. 그러므로 이러한 전력선 주파수에 대한 생물학적 의문을 과학적으로 규명하기 위하여 미국에서는 미국의회 에너지 정책법(Energy Policy Act 1992)에 근거하여 1994년부터 1998년까지 5년간 6,500만 달러를 투입하여 “전자기장 연구 및 대중에 대한 정보 보급(RAPID: Electric and Magnetic Fields Research and Public Information Dissemination)” 프로그램을 추진하였다. RAPID 프로그램의 목적은 전기의 생산, 공급, 사용 때 발생하는 60 Hz 전자기장이 생체에 미치는 영향을 평가하고 일반대중에게 연구 결과를 홍보하는 것이었다. 연구 내용은 건강영향연구(Health Effects research), 공학적 연구(Engineering), 위험도 평가(Risk Assessment), 정보제공(Communication) 분야로 나뉘어서 진행되었으며, 연구결과 미국 환경건강과학연구소(NIEHS)가 펴낸 최종 보고서에서 ELF 전자파와 생체에 미치는 영향과의 관계에서 있어 낮은 역학적 관련성을 보이나 이를 뒷받침하는 연구 결과들은 ELF 전자파의 노출이 어느 정도 해를 끼친다는 아주 제한적인 증거만을 제공할 뿐이라고 잠정적인 결론을 내리며, 현재 ELF 전자파 노출이 실제로 인체 건강에 유해성을 가질 가능성은 적다고 보고하였다. 그러나 소아 백혈병, 성인의 유방암 및 기타 암, 알츠하이머 등과 같은 신경퇴행성 질병, 전기에 대한 과민성과 같은 주관적인 영향과 관련이 있다는 내용의 연구 결과들은 여전히 확증되지 않고 있는 상태이다.

## 나. 유럽

### (1) COST 281

유럽에서는 4년 주기로 계속되는 Framework Programme(FP)을 통하여 연구기술개발활동(RTD: Research, Technological development and demonstration)을 지원하고 있으며, 특히 EU는 Framework Programme을 COST Programme과 연계하여 추진하고 있다. COST는 과학 및 기술 연구 분야에 대한 유럽 협력(European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research)의 약자로 유럽의 표준으로 국제 연구를 통합하기 위한 국제적인 연구와 개발협력을 위한 역할을 수행한다. 이러한 COST는 1971년에 시작되었으며 현재 200개가 넘는 Action으로 구성되어 있다. 그 중 COST 281은 현재 COST에 존재하는 18개 분야 중 하나인 COST-Telecommunication Information Science and Technology 내에서 활동한다. 활동의 주요 목적은 최근 기술들, 특히 전자기장의 노출을 초래할 수 있는 통신기술과 정보기술들이 야기 할 수 있는 건강 영향에 대해 더 많은 이해를 획득하는 데 있다. 이와 관련된 부차적인 목적은 다음과 같다.

- ① 전자기장의 위험 관리를 포함하여 여러 방면의 의사 결정자에 의한 사용을 위하여 사용가능한 데이터의 과학적인 평가
- ② 최근 만들어진 기술들 중 전자기장으로부터 발생할 수 있는 건강 위험과 연관된 위해성 작용을 위한 근거
- ③ 유럽의 표준에서 최근 만들어진 기술과 연관된 전자기장 노출의 데이터

현재 COST 281의 참여국은 오스트리아, 이탈리아, 벨기에, 라트비아, 불가리아, 리투아니아, 체코, 네덜란드, 크로아티아, 노르웨이, 덴마크, 폴란드, 에스토니아, 포르투갈, 핀란드, 슬로베니아, 프랑스, 스페인,

독일, 스웨덴, 그리스, 스위스, 헝가리, 영국, 아일랜드로 총 25개국이며, 일본, 한국, 미국 등의 국가들과 WHO, ICNIRP, EBEA 등의 국제단체와도 교류하고 있다.

## (2) 영국

2002년 1월, 영국 정부는 영국 휴대통신 & 건강 연구 프로그램(U.K. Mobile Telecommunications and Health Research Program)을 공식 발표하였다. 초기 15개의 연구 프로그램들에 총 640만 달러에 달하는 연구비가 투입되었으며, 총괄적으로는 정부와 기업들이 공동으로 연구 프로젝트의 전체 1,050만 달러를 지원할 예정에 있다. 또한 영국은 미성년자를 상대로 한 휴대전화 관측 행위를 금지하고 기지국을 설치할 때 정부 승인을 받도록 하였으며 전자파에 대한 경고문(사용 장소 및 시간, 인체 유해성 등)을 휴대전화 단말기에 명시하도록 하였다. 특히 영국 정부는 단말기에도 전자파 흡수율(SAR) 수치를 부착하게 하였으며, 이와 더불어 학생들을 대상으로 한 정식 교육과정은 휴대전화의 유해성을 포함하고 있다.

## (3) 스위스

스위스는 연방 환경산림국토청(Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape)이 전자기장에 관한 법안, 강제규정, 이에 필요한 활동을 관장한다. 전자파 인체영향과 관련된 프로젝트로는 전자파에 민감한 사람들(electrosensitive people)에 대한 연구, 휴대전화에서 인간 두부에 전달되는 에너지 측정 및 계산을 위한 연구, 일반인들의 저주파 자기장 노출에 관한 연구, 전기 자동차에서의 전자기장 노출에 관한 연구, 휴대전화가 인공 심장 박동기에 미치는 영향에 대한 연구, 마이크로파 노출시 효모 세포의 성장 변화에 대한 연구 등이 수행된 바 있다.

#### (4) 러시아

러시아는 “Discussion of Results of Experiment with Chronic EMF Exposure Conducted Several Years Ago in the USSR, Which Serve as the Basis for EMF Standards in the USSR and Russia”라는 제목으로 향후 러시아의 전자파 표준안을 위한 기초 작업으로서 구소련(USSR)에서 있었던 만성적인 전자파 노출에 대한 연구 및 실험 결과를 논의하였다. 이는 세계보건기구가 만든 전자파 표준과 자국의 표준 시안을 비교, 조율하기 위한 프로젝트로 범세계적인 표준안을 만들기 위한 노력으로 평가된다.

### 5. 국내 연구동향

국내에서는 전자파의 인체영향에 대한 연구가 거의 전무하고 전자파에 대한 인체보호기준이 없던 상황에서, 1995년경에 이르러 언론 매체 등을 통해 전자파의 유해성 문제가 보도되면서 전자파에 대한 국민들의 관심이 고조되었다. 이로 인해 생활주변의 가전기기, 송전선, 휴대전화 등으로부터 방출되는 전자파가 인체에 나쁜 영향을 미칠 수 있다는 막연한 전자파 공포 분위기가 조성되었고, 특히 송전선이나 이동통신 기지국 주변에 거주하는 주민들 사이에서 많은 민원이 제기되어 왔다. 따라서 한국전자과학회에서는 1996년 4월 학회산하에 전자장과 생체관계연구회를 발족시켜 전자기장의 생체영향에 대해 체계적인 연구를 수행할 수 있는 기반을 조성하였다. 전자장과 생체관계 연구회는 대학교, 산업체 및 연구소에 종사하는 공학, 의학, 생물학, 물리학 등 다양한 전공 분야의 전문가들로 구성되어 있으며, 그간 전자파의 생체영향에 대한 동물실험 및 역학조사 연구, 전자파 노출량 측정 및 컴퓨터 수치해석 방법 연구, 국내 전자파 환경 실태 측정 및 분석, 전자파 노출에 대한 인체보호 기준 연구 등 전자파의 생체영향과 관련하여 많은 연구를 수

행하였다. 그 결과로 1999년 5월 27일 전자기장 노출에 대한 인체보호 기준을 발표하였으며, 이를 토대로 정보통신부에서는 2000년 1월 21일 전자파 인체보호 기준 제정근거를 전파법에 마련하였다. 또한 같은 해 12월에는 2002년 1월 1일부터 시행될 고시를 발표하였으며 이는 현재 시행 중에 있다. 이러한 노력에 힘입어 ELF 대역 측정 연구 및 RF 대역에서의 전자파 측정, 비흡수율(Specific Absorption Rate) 측정 등에 대한 공학적인 연구는 비교적 활발히 진행되고 있으나 국내 연구는 대개 단면적인 연구에 그치고 있으며 아직까지 이에 대한 학술적 가치를 지닌 논문이나 보고서는 미약한 실정이다.

국내에서는 휴대전화 주파수 대역 849 MHz와 1,763 MHz 전자파의 인체영향에 관한 연구를 서울대학교 유전자이식연구소에서 수행한 바 있다. 서울의대 유전자이식연구소 연구팀은 2002년 ~ 2004년 연구를 통하여 정상 생쥐와 2종의 유전자적중생쥐 (스트레스 민감성 생쥐 및 종양 모델생쥐)를 이용하여 2년간 이동전화 주파수 전자파에 장기 노출 후 각종 주요 장기의 발암 및 병변 여부 세포 증식 이상 여부를 분석하였으며, 정상생쥐를 1년간 뇌 부위 국부노출 후 뇌암 발생과 뇌 세포 증식이상 및 기타 뇌 병변에 관해 분석하였다. 또한 전자파의 발암 촉진여부 분석, 이동전화 주파수 전자파가 유전자 발현에 미치는 영향에 관해 분석 등을 수행하였다. 또한 고려대학교 환경의학연구소는 이동전화 전자파 인체 영향에 관한 역학/자원자 연구를 통해 네 종류의 뇌종양-신경교종(Glioma), 수막종(Meningioma), 귀밑샘(Parotid Gland), 속귀신경집종(Acoustic Neuroma)-의 국내 발생 건수를 파악한 다음, 연구 참여 병원 (서울시 소재 7개 대학병원, 경기도 소재 2개 대학병원)을 뇌종양의 등록 및 발생 건수를 고려하여 선정하여 연구 협력 병원에 대한 대상 질병 보고 체계를 확립하였다.

이동전화 기지국과 관련한 국내의 연구는 측정기기 개발 및 역학연구 등이 수행되고 있는 외국과는 달리 이동전화 기지국 전자파 노출로 인한 건강영향에 관해서는 연구가 진행된 바가 없어 향후 이 부분의 연구가 필요할 것으로 보인다. 그러나 이동전화 기지국과는 다소 차이가

있으나 우리나라 총 11개 AM 방송국 송신소 주변 거주와 암 발생에 관한 생태학적 연구가 수행된바 있으며, 송신소 주변 소아들의 백혈병 및 악성 림프종, 뇌신경계의 선천성 기형에 관한 환자-대조군 연구를 위한 예비조사를 수행하여 보고된 바가 있다. 또한 단국대학교 의학과 연구팀이 현재 개인별 이동전화 기지국 전자파 노출량 변이 폭을 분석하고, 출생 시 체중과 이동전화 기지국 전자파 노출량과의 관련성 평가하기 위한 이동통신기지국 전자파 노출과 건강영향에 대한 전향적 조사 연구를 진행 중에 있다.

그림 2-5는 1997년부터 2005년까지 전자기장의 생체영향에 관한 워크샵에서 발표된 내용들을 기관별로 정리한 내용이다. 기관별 연구동향 분석 결과 전자파 생체 영향 연구가 가장 활발히 이루어지고 있는 곳은 대학교로 나타났다. 그 다음은 연구소로 세부적으로는 ETRI, 한국전기 연구소, 원자력의학원 등이 이 범위에 포함되었다. 현재 전자파 인체 유해성과 관련된 우려와 걱정이 일반인들에게도 확대되고 있는 점을 고려하여 국가기관과 공기업에서 국가차원의 연구가 더욱 활발히 이루어져야 할 것이며, 전자파 인체유해성 논란에서 배제될 수 없는 이동통신사 등의 사기업 또한 그에 대한 연구가 더욱 활성화 되어야 할 것으로 보인다.

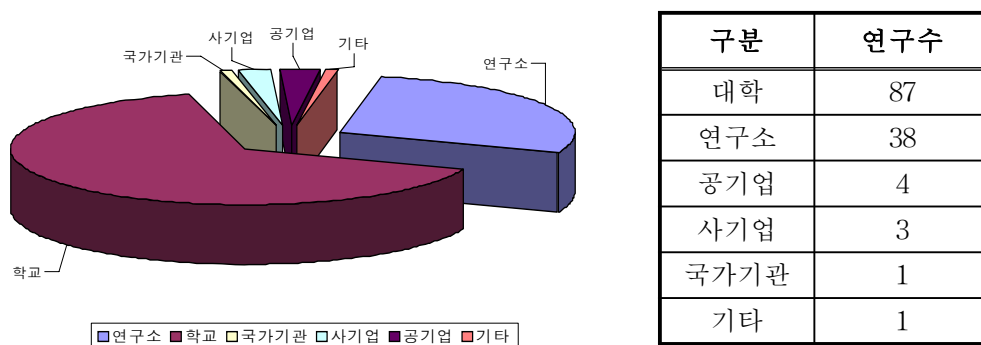
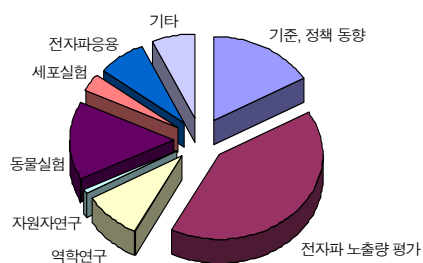


그림 2-5 기관별 생체 영향 연구 동향

그림 2-6은 현재 한국전자과학회 전자장과 생체 관계 연구회의 정보 자료센터에서 발췌한 국내자료들을 연구방법에 따라 분류한 그래프이

다. 그래프를 통하여 국내 연구는 전자파 노출량 평가에 대한 연구가 가장 많다는 것을 알 수 있는데, 이는 이동전화 전자파 유해성 문제가 제기됨에 따라 SAR(Specific Absorption Rate) 분석 및 측정시스템, 측정기준 등의 연구가 활발히 이루어졌기 때문임을 짐작해 볼 수 있다. 또한 동물실험 및 세포실험, 자원자 연구의 내용 또한 주로 이동전화 및 PCS 전자파에 의한 인체영향을 다루고 있다. 역학연구의 경우에는 이동전화와 송신소의 전자파에 대한 연구내용이 포함되어 있으나 대부분의 내용들이 전송선로 전자파에 의한 인체영향을 다루고 있는 것으로 보아 RF 전자파에 대한 더 많은 역학연구가 필요할 것으로 보인다.



| 구분        | 연구수 |
|-----------|-----|
| 기준, 정책 동향 | 20  |
| 전자파노출량평가  | 49  |
| 역학연구      | 11  |
| 자원자연구     | 1   |
| 동물실험      | 18  |
| 세포실험      | 4   |
| 전자파응용     | 9   |
| 기타        | 8   |

그림 2-6 국내 생체 영향 연구 동향



## 제 3 장 전자파 과민성 원인과 증상

### 제 1 절 전자파 과민성 정의

전자파 문제가 대두되면서 현재 정확한 원인을 규명할 수는 없지만 전자파로 인하여 두통, 수면장애, 신경통, 집중력 저하, 또는 피부질환 등의 증상을 느낀다고 하는 사람들의 수가 증가하는 추세이다. 이와 같이 같은 환경에서도 다른 사람들에게 나타나지 않지만 개인적으로 전자파에 민감하게 반응하는 증상을 전자파 과민성이라고 한다. 의사들은 이와 관련된 불만 사항을 많이 접하지만 전자파 과민성은 질병으로 분류되지 않고 있다. 또한 현재까지 전자파 과민성에 관한 정확한 평가를 내릴 수 있는 방법이 확립되지 않은 상태이다. 호주에서 조사된 전자파 과민성 환자들의 인식평가를 보면 96%의 환자들이 이러한 증상을 느끼는 이유가 부분적으로 또는 전적으로 전자파의 영향이라고 대답하고 있다. 이러한 증상을 대중매체와 과학 잡지들에서는 EHS(electromagnetic hypersensitivity), electrosensitivity, hypersensitivity to electricity 등과 같은 여러 가지 용어로 표현하고 있다.

WHO에서도 최근 전자파 과민성에 관한 연구를 하고 수행하고 있는데 2004년 10월 체코에서 열린 ‘International workshop on EMF Hypersensitivity’에서는 단어 사용의 혼란을 피하기 위해 이러한 증상을 EHS라고 정의하였다. 역사적으로 전자파 과민성에 관한 첫 번째 보고서는 스웨덴에서 1981년 Linden 과 Rolfsen에 의해 나왔다. 그 후 몇 년 동안 다른 유럽 국가에서도 종종 EHS란 단어를 사용하였지만 주로 스웨덴에서만 널리 사용되었다. 1989년 Knave가 32명을 대상으로 조사한 전자파과민성 연구에서는 거의 영상표시장치(VDU)와 light tube 에서 나오는 소스에 초점이 맞추어져 있었다. 이후 15년 동안 전력선(80 %), 핸드폰(76 %), 핸드폰 기지국(72 %), 무선전화기(60 %)가 전자파 과민성을 일으키는 요소들로 지정되었다.

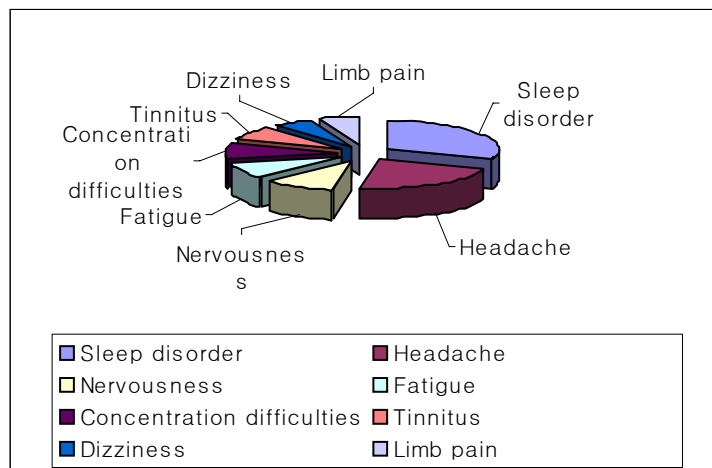
몇몇의 주요 연구들은 이 전자파 과민성을 아주 복잡한 문제라고 표현하고 있는데 Knave[1989]의 연구에서는 자원자조사를 실시한 결과 60%의 환자들이 상당히 다른 알레르기 반응을 보이는 것으로 결과가 나타났다. 또 스웨덴에서 Berg[1992] 와 Wahlberg[1995]에 의해 연구된 역학적 조사의 결과를 보면 공기 중의 습도가 전자파 과민성 증상의 변화 요소가 될 수도 있다고 나타나 있다. Lyskov[2001]의 연구에서는 20명의 EHS환자와 20명의 컨트롤 그룹을 비교한 결과 심박 수와 피부 전기 반응에 따라 개인의 기준선이 틀리다는 결론을 내리고 있다. Rubin[2005]은 전자파 과민성 환자 725명을 대상으로 31가지의 실험을 한 결과 전자파 과민성 환자들을 전자기장으로부터 보호하였을 때 전자파과민성 증상이 완화된다는 어떠한 증거도 찾을 수 없었다고 보고하였다. Rubin은 이러한 결과를 가지고 전자파 과민성은 전자기장의 노출과는 상관이 없다는 결론을 내렸다. 이러한 결과들을 통해 전자파 과민성은 육체적, 정신적, 주변 환경에 따라 생리적 반응이 틀려진다는 것을 알 수 있다.

## 제 2 절 전자파 과민성의 원인과 증상

전자파 과민성의 원인과 증상에 관하여 일반인, 의학 전문가, 그리고 연구 과학자들이 참여하여 연구를 해왔다. 주로 보고되어진 전자파 과민성의 증상은 피로, 두통 같은 신경계통의 증상들과 가려움증 얼굴의 따가움과 같은 피부질환의 증상들이다. 이외에도 안구 질환, 열점, 발진, 근육통과 같은 여러 가지 증상들도 보고되어지고 있다. 전자파 과민성 환자들은 전자파 과민성 증상을 일으키는 주요 원인들로는 전력선, 전화기, 영상표시장치, 휴대폰, 이동통신 기지국 등을 주장하고 있는데 실제 여기서 나오는 전자기장의 강도는 국제 인체 보호 기준보다 낮은 수준이다. 다음에 나타낸 전자파 과민성의 원인과 증상에 관한 연구결과를 보면 주로 보고되어진 전자파 과민성의 원인과 증상을 쉽게 알아

볼 수 있다.

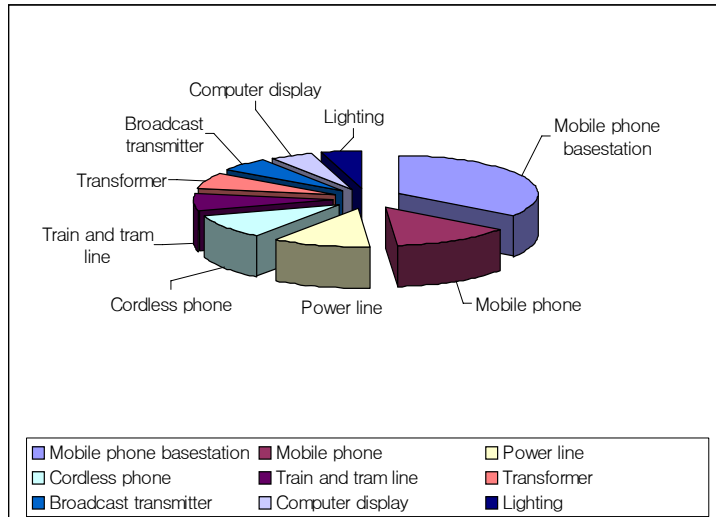
Roosli[2004]은 394명의 전자과 과민성 환자들을 대상으로 설문응답을 실시하였는데 한명의 응답자가 자신이 느끼는 여러 가지 전자과 과민성 증상과 그 원인으로 생각하는 것을 중복하여 대답 할 수 있었다. 그림 3-1은 전자과 과민성 증상에 관한 응답 결과를 보여 주는데 여기서는 수면장애를 경험해봤다고 응답한 수가 58 %로 가장 많았고 두통 41 %, 신경쇠약 19 %가 그 뒤를 이었다.



|   | 증상                         | 비율  |
|---|----------------------------|-----|
| 1 | Sleep disorder             | 58% |
| 2 | Headache                   | 41% |
| 3 | Nervousness                | 19% |
| 4 | Fatigue                    | 18% |
| 5 | Concentration difficulties | 16% |
| 6 | Tinnitus                   | 14% |
| 7 | Dizziness                  | 11% |
| 8 | Limb pain                  | 11% |

그림 3-1 Roosli의 전자과 과민성 증상 연구 결과

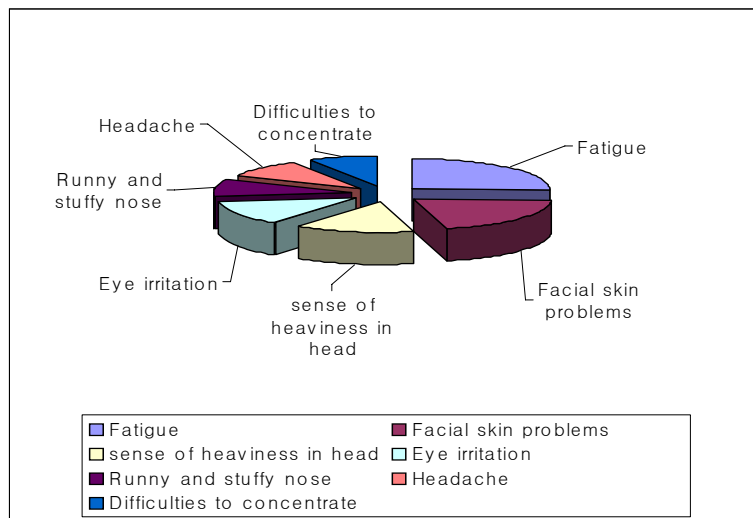
그림 3-2는 전자파 과민성 원인에 관한 연구 결과를 보여 주는데 여기서 이동통신 기지국을 원인이라고 응답한 수가 60 %로 가장 많았고 휴대폰 24 %, 전력선 20 %이 그 뒤를 이었다.



|   | 원인                       | 비율  |
|---|--------------------------|-----|
| 1 | Mobile phone basestation | 60% |
| 2 | Mobile phone             | 24% |
| 3 | Power line               | 20% |
| 4 | Cordless phone           | 18% |
| 5 | Transformer              | 12% |
| 6 | Broadcast transmitter    | 12% |
| 7 | Computer display         | 9%  |
| 8 | Lighting                 | 7%  |

그림 3-2 Roosli의 전자파 과민성 원인 연구 결과

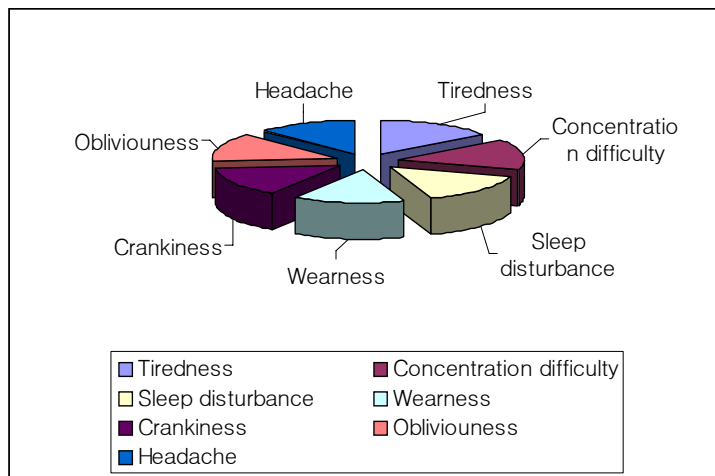
Hiller[2002]의 연구에서는 167명의 전자과 과민성 환자들을 대상으로 설문응답을 실시하였는데 한명의 응답자가 자신이 느끼는 여러 가지 전자과 과민성 증상에 대하여 모두 대답할 수 있고 그 결과를 그림 3-3에 나타내었다. 가장 많이 나타나는 전자과 과민성 증상은 피곤함으로 응답자의 45.5 %가 피곤함을 느껴왔다고 답하였다. 그 다음으로 얼굴의 피부 질환이 36.3 %, 머리가 무거워 지는듯한 느낌이 24.6 %로 뒤를 이었다. 그 밖에도 안구 질환, 콧물과 호흡곤란, 두통, 집중력 저하 등의 증상 등이 있었다.



|   | 증상                          | 비율    |
|---|-----------------------------|-------|
| 1 | Fatigue                     | 45.5% |
| 2 | Facial skin problems        | 36.3% |
| 3 | sense of heaviness in head  | 24.6% |
| 4 | Eye irritation              | 23.2% |
| 5 | Runny and stuffy nose       | 17.0% |
| 6 | Headache                    | 16.8% |
| 7 | Difficulties to concentrate | 14.1% |

그림 3-3 Hiller의 전자과 과민성 증상 연구 결과

Schuz[2006]는 전자과 과민성 환자 192명을 대상으로 이메일을 통한 설문 응답을 실시하였는데 앞의 두 연구와 마찬가지로 자신이 느끼는 여러 가지 전자과 과민성 증상에 대하여 모두 대답 할 수 있었다. 하지만 이 연구의 결과는 앞의 두 연구와 큰 차이를 보임을 그림 3-4를 통해 알 수 있다. 피로함을 느끼는 경우와 집중력 저하를 느끼는 경우가 87 %, 수면장애를 느끼는 경우가 85 %, 침울한 기분에 빠지는 경우가 82 %로 전자과 과민성 환자가 대부분이 여러 가지 증상을 동시에 느끼는 것으로 나타났다.



|   | 증상                       | 비율  |
|---|--------------------------|-----|
| 1 | Tiredness                | 87% |
| 1 | Concentration difficulty | 87% |
| 3 | Sleep disturbance        | 86% |
| 4 | Weariness                | 85% |
| 5 | Crankiness               | 82% |
| 6 | Obliviousness            | 80% |
| 7 | Headache                 | 76% |

그림 3-4 Schuz의 전자과 과민성 증상 연구 결과

## 제 4 장 전자파 과민성 해외 연구동향

### 제 1 절 WHO의 전자파 과민성 국제 워크숍

2004년 10월 25일부터 27일까지 체코 프라하에서 전자파 과민성에 관한 WHO 국제 워크숍이 열렸었다. 이 워크숍은 European Commission Coordinated Action EMF-NET와 COST 281 그리고 Ministry of Health of the Czech Republic이 공동 후원하였다. 이번 워크숍의 목적은 전자파와 전자파 과민성 증상과의 관계를 과학적인 증거 또는 정의를 고찰함으로써 향후 전자파 과민성 연구에 더 필요한 부분을 이해하고 이 분야의 관리를 돕기 위함이었다. 이날 열린 워크숍에는 25개국에서 150명의 전문가들이 참석하여 전자파 과민성에 관한 구두 발표와 포스터 발표를 하고 주요 쟁점에 관한 토론을 하였다. 발표된 내용들을 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

스웨덴의 Berndt Stenberg 박사는 영상표시장치와 관련하여 자신들이 전자파 때문에 피해를 입었다고 주장하는 전자파 과민성 환자들 350명을 대상으로 연구를 하였다. 환자들의 증상은 두통, 피로함의 신경계통과 습진, 가려움의 피부질환뿐 아니라 인식력 저하, 수면장애 등 다양한 형태로 나타났다. 전자파 과민성 환자들은 주로 나이가 많았고 수입이 적은 편으로 평소에도 예민한 성격인 것으로 조사되었다. 스웨덴의 Hiller 박사는 전자파 과민성 환자들에 관한 인신전환치료에 관한 연구를 하였다. 평소 자신이 전자파 과민성 증상을 느낀다고 주장하는 사람들에게 대하여 인신전환치료에 관한 소개를 하고 이 치료 프로그램에 참여하도록 유도하였다. 이 인신전환치료방법은 이미 천식환자와 암환자들의 상태를 개선시키는데 유용하게 사용되고 있다. 이 방법을 전자파 과민성 환자들에게 시도해본 결과는 다양하게 나타났는데 이 치료 방법이 일부 전자파 과민성 환자들의 증상을 호전시키는 것을 확인 할 수 있다고 보고하였다.

스위스의 Roosli박사는 일반인들을 대상으로 전자파 과민성 증상을 느꼈는지에 관한 설문조사 연구를 실시하였다. 그 결과 응답자의 5%가 전자파 과민성 환자로 분류되었고 그들이 생각하는 주요 원인으로는 이동통신기지국, 전력선, 핸드폰, TV, 컴퓨터에 의한 노출에 의한 것이라고 답하였다. 캐나다 퀘벡의 Levallois 박사의 역학조사 연구에서도 일반인중 1~3 %가 전자파 과민성 증상을 나타내는데 이들 역시 수입이 적거나 특정 소수 민족에서 나타난다고 보고되어졌다. 이외에도 많은 연구들이 발표되었는데 주로 전자파 과민성 증상과 원인을 밝히기 위한 역학조사 또는 자극 유발 실험들이었다. 대부분의 연구 결과들은 전자파와 전자파 과민성 증상과는 관련이 없다고 주장하고 있지만 소수 몇 개의 연구 결과들은 전자파와 증상 간에 관계가 있다고 주장하였다. 이렇듯 연구 결과들은 조금씩의 차이를 나타냈지만 전자파 과민성에 관한 연구들이 좀 더 체계적이고 장기간에 걸쳐서 이루어져야 한다는 것에 모두 동의하였다. 또한 전자파 노출에 의한 스트레스보다 전자파가 인체에 영향을 미친다는 걱정과 대한 스트레스가 이러한 전자파 과민성 증상을 일으키는 더 큰 원인이 됨으로 이 부분에 대한 관리가 이루어져야 한다고 덧붙였다.

## 제 2 절 해외 전자파 과민성 연구

전 세계적으로 전자파 과민성에 관한 연구는 아직 많이 이루어지지 않은 상태이다. 스위스와 스웨덴을 중심으로 한 유럽과 북미에서 가장 활발히 연구가 진행되고 있고 아직 국내에서는 전자파 과민성에 관한 연구가 이루어지지 않은 상태이다. 그러나 세계적으로 이동전화의 사용량이 꾸준히 증가하고 있는 추세이고 인체보호기준 이하의 전자파에 관하여 증상을 호소하는 민원이 계속 제기되고 있기 때문에 이 분야에 대한 관심과 우려 또한 계속 해서 증가하고 있다. 1981년 스웨덴의 Linden과 Rolfsen의 보고서를 시작으로 처음에는 영상표시장치와 전력선에서 방출되는 전자파에 많은 관심을 가지다가 최근에는 이동전화와



이동통신기지국에서 방출되는 전자파와 전자파 과민성 증상과의 관계를 밝히려고 하는 연구도 많이 진행되고 있다. 여러 연구들에서 전자파 과민성 환자들이 호소하는 두통, 피로, 스트레스 등의 증상들을 유발시키는데 전자파 이외의 많은 요인들이 있을 수 있다고 보고되어진다. 형광등의 깜빡거림이나 다른 영상표시장치의 문제로 인해 느끼는 눈의 피로나 시각장애 등을 포함한 여러 가지 경우에 전자파 과민성 환자들은 전자기장보다 다른 요인들로부터 신체 이상을 느낄 수 있다는 것이다. 신체이상에 영향을 줄 수 있는 요소들로는 집이나 직장 내 실내공기의 오염, 정신적 스트레스, 휴대폰을 사용할 때 열적 효과로 인해 받을 수 있는 자극 등이 있다.

전자파 과민성은 1970년대 러시아와 동유럽의 의학보고서에 여러 번 실렸던 “microwave illness”와 유사한데 이 증후군의 특징은 두통과 같은 특정한 증상이 나타나는 것이 아니라 전자기장이 노출되는 환경에서 일하는 사람들이 막연한 불안감을 가진다는 것이었다. 그러나 이 증후군을 서유럽의 학자들은 인정하지 않았다. 게다가 일하는 사람들에 대한 실제적인 노출량을 정의하기가 어려웠기 때문에 역학조사가 잘 이루어지지 않았다. 결과적으로 전자기장의 노출과 증후군의 관련을 연구할 수 있는 방법의 수립이 어렵기 때문에 의사들은 질환을 진단하기 위한 표준이 애매하다는 것에 불만을 토로하였다. 전자파 과민성도 현재 뚜렷한 기준이 제시되거나 특정 질환으로 분류된 것이 아니기 때문에 연구하는데 많은 어려움이 따르고 있다.

지금까지 진행된 전자파 과민성에 관한 연구는 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 전자파와 과민성 증상과의 관련성을 살펴보기 위해 실시하는 자원자를 통한 자극 유발실험 연구이다. 자극 유발실험 연구는 주로 전자파 과민성 그룹과 전자파 과민성이 아닌 컨트롤 그룹에 전자파 노출과 가짜 노출을 시켜 두 그룹을 비교하는 이중 맹검법을 많이 사용한다. 현재까지 연구되어진 결과들은 전자파와 전자파 과민성 증상과는 연관성이 없는 것으로 보고되어지고 있다. 두 번째는 전자파 과민성 증상을 완화시키기 위한 방법에 관한 연구인데 이 분야는 2006년 기

준 12건의 논문 또는 보고서만 연구되어진 것으로 조사되어져 이 분야에 관한 활발한 연구가 필요할 것으로 보인다. 세 번째는 전자파 과민성의 인구와 원인에 대해 알아보고 증상을 분류하는 역학조사 연구이다. 이러한 연구 형태는 주로 전화응답과 설문지를 통하여 역학조사를 실시하고 스웨덴을 중심으로 한 유럽에서 연구가 활발히 진행 중이다. 영상표시장치, 전력선, 휴대폰 등이 전자파를 느끼는 주요 방출 원으로 분류되고 있고 전자파 과민성의 주요 증상은 두통, 수면장애, 신경과민, 집중력 저하 등이 보고되어지고 있다.

## 1. 전자파 과민성 자극 유발실험 연구

영국의 Rubin 박사는 자극 유발 실험과 전자파 과민성 자극 유발 실험에 관한 연구들을 2005년 ‘A systematic review of provocation studies’ 보고서에 체계적으로 잘 정리하였다. 보고서에 의하면 지금까지 연구되어진 자극유발실험은 총 31건으로 이 중 영상표시장치와 관련된 연구가 13건, 모바일 폰과 관련된 연구가 7건, 기타가 11건으로 보고되어졌다. 그림 4-1은 이와 같은 결과를 보여준다.

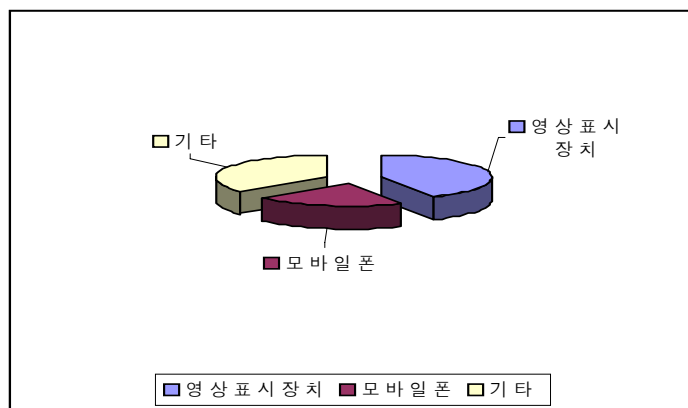


그림 4-1 자극유발실험 연구의 분류

표 4-1과 표 4-2는 ‘A systematic review of provocation studies’에 실린 자극 유발 실험 연구들을 정리해 놓은 표들이다. 표 4-1의 영상표시장치와 관련된 자극 유발 실험의 내용들을 보면 영상표시장치와 관련된 연구 중 2건은 전자과 과민성 환자들이 전자과 노출 시 가상 노출에 서보다 피부의 뾰루지가 나타나는 현상이 더 많이 일어났다고 보고하였다. 또 다른 연구 1건에서는 영상표시장치주변에서 일하는 사람들을 대상으로 스크린 필터를 사용한 경우와 “placebo”필터를 사용한 경우의 효과를 2주 뒤에 확인한 결과 조금의 차이를 보이긴 했지만 스크린 필터를 사용한 결과 피부의 뾰루지가 감소하였다고 보고하였다. 그러나 나머지 10건의 연구들은 전자과 과민성 증상과 전자과 노출사이에 어떠한 상관관계도 없다고 보고하였다. 표 4-2의 휴대폰과 관련된 자극 유발 실험의 내용들을 보면 휴대폰과 관련된 연구 중 2건은 특별한 증상이 나타난 건 아니지만 전자과 과민성 환자들이 전자과 노출시 일반 대중보다 더 민감한 반응을 보였고 다른 연구 1건은 전자과 노출 시에 전자과 과민성 환자와 건강한 사람들로 구성된 두 그룹 모두 가상 노출 시에 비해 우울 증세와 신체적 이상을 많이 느끼는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 건강한 사람들로 구성된 그룹보다 전자과 과민성 환자 그룹에서 더 크게 나타났다. 나머지 4건의 연구들은 전자과 과민성 증상과 전자과 노출사이에 어떠한 상관관계도 없다고 보고하였다.

지금까지 연구된 자극 유발실험 연구 31건 중에 영상표시장치 관련 연구 3건, 휴대폰 관련 연구 3건을 포함한 총 7건의 연구에서는 전자과와 전자과 과민성 증상 사이에 어떠한 관련이 있다고 보고하였다. 그러나 이 중 5건의 연구는 통계적인 신뢰를 가질 수 있을 만큼 많은 수의 대상자들을 상대로 실험을 한 것이 아니다. 나머지 24건의 연구들은 전자과와 전자과 과민성 증상사이에 어떠한 관련성도 찾을 수가 없다고 보고하였다.

표 4-1 전자과 과민성 VDU 자극 유발실험

| reference          | Sample                    | Active stimulus  | Number and Length of exposures                              | result                                      |
|--------------------|---------------------------|--|---|---|
| Nilsen,<br>1982    | 5EHS                      | Exposure to a VDU  | Two 6-hr provocations, 1 active and 1 inactive              | observer-rated<br>skin rash                 |
| Swanbeck,<br>1989  | 30EHS                     | Exposure to moderate EMF VDU                             | One 3hr provocation to each VDU                             | None  |
| Hamnerius,<br>1993 | 30EHS                     | Exposure to a VDU-like magnetic fields                   | Up to 8 1-hr provocation, on pairs of active and inactive   | Erythema,<br>observer-rated<br>skin redness |
| Hellbom,<br>1993   | 6EHS                      | Exposure to a VDU  | Four 30-min provocations; 2 active, 2 inactive              | None  |
| Sandstom,<br>1993  | 22EHS                     | various VDU provocation                                  | Varying durations of exposure                               | None  |
| Oftedal,<br>1995   | 19EHS                     | Normal office work with an active or inactive VDU filter | Participants worked for 2 weeks with each exposure          | observer-rated<br>skin rash                 |
| Sjoberg,<br>1995   | 7EHS, 5healthy<br>control | Exposure to 3different VDU strength                      | 4 active and 4 inactive 1-hr provocations for each exposure | None  |
| Andersson,<br>1996 | 16EHS                     | Exposure to a computer and VDU                           | At least 2 pairs of 30min provocations                      | None  |

|                       |                              |  |   |      |
|-----------------------|------------------------------|--|---|------|
| keisu,<br>1996        | 1EHS, 1healthy<br>controls   | Exposure to a personal computer  | 10 provocations, each randomized to active or inactive                                | None |
| Oftedal,<br>1999      | 38EHS                        | Normal office work with an active or inactive VDU filter                   | participants worked for 3months with each filter                                      | None |
| Flodin,<br>2000       | 15EHS, 26healthy<br>controls | Different provocations,<br>most using a VDU                                | 2active and 2 inactive exposures of up to 1-hr each                                   | None |
| Lonne-Rah<br>m, 2000a | 12EHS, 12healthy<br>controls | Exposure to a computer and VDU, with or without the presence of a stressor | 30-min provocation to each of 4 condition(VDU on or off, stressors present or absent) | None |
| Lonne-Rah<br>m, 2000b | 12EHS, 12healthy<br>controls | Exposure to a computer and VDU, with or without the presence of a stressor | 30-min provocation to each of 4 condition(VDU on or off, stressors present or absent) | None |

표 4-2 전자파 과민성 휴대폰 자극 유발실험

| Reference       | Sample                      | Active Stimulus   | Number and Length of Exposure  | result  |
|-----------------|-----------------------------|---|--|---|
| Johansson, 1995 | 7 EHS                       | Mobile phone hidden inside a bag                              | Participants exposed up to 9 times each; each exposure randomized as active of inactive; exposures lasted for twice the time necessary to provoke symptoms provocation | None  |
| Radon, 1998     | 11 EHS                      | GSM 900 signal  | A series of 12 trials, each consisting of 3 2-min exposures, 1 active and 2 inactive   | None  |
| Raczek, 2000    | 16 EHS                      | GSM 900 signal  | A series of 21 trials, each consisting of 3 3-min exposures, 1 active and 2 inactive   | None  |
| Barth, 2000     | 1 EHS                       | Mobile phone  | Patient exposed to 15 active provocations and 16 inactive provocations   | Number of symptoms reported by participants during experiment was greater in inactive condition   |
| Hietanen, 2002  | 20 EHS                      | Analog, GSM 900 and GSM 1800 signals                          | One 30-min exposure to each condition  | None  |
| Johansson, 2003 | 70 EHS                      | Mobile phones   | Between 3 and 12 provocations per participant; exposures lasted for twice the time necessary to provoke symptoms during a nonblind provocation                         | Unspecified symptoms  |
| Zwamborn, 2003  | 36 EHS, 36 healthy controls | GSM 900, GSM 1800, and UMTS mobile phone base station signals | Each volunteer exposed to 3 45-min provocations, 1 inactive and 2 active   | Reaction time( $p<.05$ )[A,E], memory comparison( $p<.05$ )[D,E], selective attention( $p<.05$ )[B,E], dual-tasking reaction time( $p<.05$ )[D], filtering irrelevant information( $p<.05$ )[A] |

## 2. 전자과 과민성 완화에 관한 연구

Rubin이 연구한 2006년 ‘A systematic review of treatment’ 보고서에 의하면 지금까지 연구되어진 전자과 과민성 완화 방법들은 총 9건으로 이 중 인지행동요법을 통한 연구가 4건, 영상표시장치 스크린 필터를 이용한 연구가 2건, 전자과 차폐를 통한 연구가 1건, 비타민제를 이용한 연구가 1건, 침술을 이용한 연구가 1건으로 보고되어졌다. 그림 4-2는 이와 같은 결과를 보여준다.

표 4-3은 인지행동요법을 이용한 완화 방법에 관한 내용인데 3건의 연구는 인지행동요법을 이용하였을 경우 전자과 과민성 증상이 많이 완화하는 것을 확인 할 수 있었고 이 중 하나는 실험 대상자의 거의 50%가 증상 완화 되는 것을 확인 할 수 있었다. 나머지 1건의 연구에서는 인지행동요법을 이용하였을 경우 전자과 과민성 증상이 완화 되는 변화를 찾아볼 수 없었다. 인지행동요법에 관한 연구가 아직 4건밖에 이루어지지 않았고 4건 중에 1건은 증상의 완화가 나타나지 않았지만 인지행동요법은 전자과 과민성 환자들에게 좋은 치료법이 될 것으로 예상되어지므로 이에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 보인다.

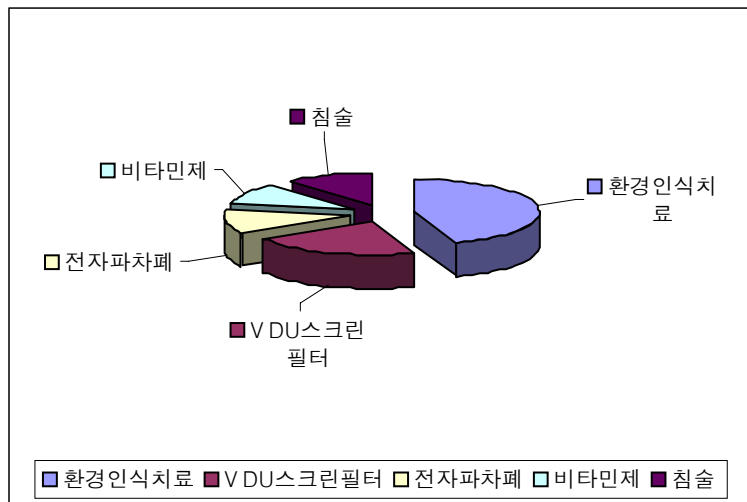


그림 4-2 전자과 과민성 완화 방법 연구의 분류

표 4-4의 VDU 스크린 필터를 이용한 전자과 과민성 완화 방법에 관한 내용을 살펴보면 첫 번째 연구는 컴퓨터 모니터로 인해 피부질환을 느낀다는 전자과 과민성 환자 20명을 대상으로 VDU 스크린 필터와 inactive placebo 필터를 각각 2주 동안 사용한 후 결과를 지켜본 결과 두 가지 경우 모두 피부생리학적인 변화는 나타나지 않았다. 그럼에도 불구하고 VDU 스크린 필터를 사용한 경우가 placebo의 경우보다 피부의 따끔거림을 느끼는 환자가 줄어든 것을 확인 할 수 있었다. 두 번째 연구도 방법은 첫 번째 연구와 동일한 방법으로 실험 대상자는 42명으로 많아지고 실험 기간은 3개월로 연장하였다. 두 번째 실험의 경우는 VDU 스크린 필터를 사용한 경우와 placebo 필터를 사용한 경우에 아무런 차이도 보이지 않았다. 표 4-5는 나머지 3건의 연구에 관한 내용으로 첫 번째 연구는 전자과 차폐 장치를 이용한 증상완화 방법에 관한 것이다. 4명의 전자과 과민성 환자들을 대상으로 실험한 결과 전자과 차폐 장치를 사용하였을 경우 인지력과 이해력이 향상되는 것을 알 수 있었다. 그러나 이 연구는 전자과 차폐 장치를 사용한다는 것을 피실험자들이 인지하고 있었기 때문에 증상 완화가 전자과 차폐 장치 때문이지를 정확히 알기에는 한계가 있다. 두 번째 연구는 비타민과 셀렌을 이용한 약물 치료 방법인데 19명을 대상으로 3주 동안 비타민과 셀렌을 복용한 그룹과 placebo 약을 복용한 그룹 사이에 어떠한 차이점도 찾을 수 없었다. 마지막 연구는 침술을 이용한 증상 완화 방법인데 침술을 통한 방법은 아무런 효과가 없는 것으로 나타났다.

지금까지 연구된 전자과 완화를 시키는 방법으로는 인지행동요법을 이용하는 것이 가장 전자과 과민성 증상을 완화시키는데 효율적인 방법으로 보인다. 인지행동요법을 이용한 6개월 이상의 장기적인 실험을 통해 이 방법의 효과를 검증하는 것과 이를 위한 체계적인 연구 방법들이 마련되어야 할 것으로 보인다.



표 4-3 인지행동요법을 이용한 전자파 과민성 증상 완화 연구

|   | Hillert et al., 2002   | Hillert et al., 1998   | Andersson et al., 1996   | Harlacher, 1998   |
|---|--|--|--|---|
| Quality   | Non-random non blind   | Randomised non-blind   | Randomised non-blind   | Non-random non-blind  |
| Design  | Parallel groups  | Parallel groups  | Parallel groups  | Parallel groups   |
| Sample size   | 22   | 22   | 17   | Unknown   |
| Age, years  | Mean = 42 (29-58)  | Mean = 40 (26-58)  | Mean = 42 (29-53)  | Unknown   |
| % male  | 36   | 27   | 27   | Unknown   |
| Sensitivity and illness duration                          | Mainly generalised EHS. Mean duration of 3 years (<1-10)   | Generalised EHS of unknown duration  | Mainly generalised EHS. More than 6 months duration  | 'Electricity hypersensitivity'  |
| Active intervention                                       | Eight 3-hour group CBT and physiotherapy sessions over 2 months (n=12)   | Up to 16 one-to-one CBT sessions over 6 months (n=10)  | Four to ten one-to-one CBT sessions over 20 weeks (n=9)  | 'Psychological treatment.. according to cognitive - behavioural principles  |
| Control   | Waiting list controls (n=10)   | Waiting list controls (n=12)   | Waiting list controls (n=8)  | Waiting list controls   |
| Assessment time-points                                    | End of therapy   | End of therapy and 6-month follow-up   | End of therapy   | Unknown   |
| Effects of active condition compared to control condition | No significant changes in self-reported symptoms, discomfort from triggers or avoidance behaviours following active or control condition | Significantly reduced self-ratings of hyper sensitivity. No differences in symptoms, discomfort, behaviours, biochemical measures, psychological traits, or absences from work | Significantly reduced self-ratings of disability and symptoms. No differences in post-provocation symptom reporting or self-rated ability to detect EMF. No differences in most blood measures | Significant reduction in the degree of [EHS]-suffering' 50% of those treated reported reduced symptoms or reduced perception of EHS |

표 4-4 VDU 스크린 필터를 이용한 전자파 과민성 증상 완화 연구

|   | Oftedal et al., 1995   | Oftedal et al., 1999   |
|---|--|--|
| Quality   | Randomised double-blind  | Randomised double-blind  |
| Design  | Cross-over   | Cross-over   |
| Sample size   | 20   | 42   |
| Age, years  | Mean=40 (26-57)  | Mean=41 (24-62)  |
| % male  | 40   | 21   |
| Sensitivity and illness duration                          | Skin symptoms apparently associated with VDU use.<br>Illness duration not reported   | Skin symptoms apparently associated with VDU use.<br>Illness duration not reported           |
| Active intervention                                       | Activated electric-conducting screen filters fitted to VDUs at work for 2 weeks  | Activated electric-conducting screen filters fitted to VDUs at work for 3 months             |
| Control   | Deactivated electric-conducting screen filters fitted to VDUs at work for 2 weeks  | Deactivated electric-conducting screen filters fitted to VDUs at work for 3 months           |
| Assessment time-points                                    | Comparison made between symptoms experienced during the 2nd week of work with each filter                                  | Comparison made between symptoms experienced during 4th week and final week with each filter |
| Effects of active condition compared to control condition | Small but significant reduction in 1 of 7 self-reported symptoms.<br>No differences in objective dermatological evaluation | No significant differences in self-reported symptoms   |

표 4-5 기타 전자파 과민성 완화 연구

|   | Abraham, 1998   | Hillert et al., 2001  | Arnetz et al., 1995   |
|---|---|---|---|
| Quality   | Non-random non-blind  | Randomised double-blind   | Randomised non-blind  |
| Design  | Cross-over  | Cross-over  | Parallel groups   |
| Sample size   | 4   | 16  | 20  |
| Age, years  | 35-42   | Mean=40 (21-59)   | <29(n=2), 30-39(n=6), 40-49(n=6), >50(n=6)  |
| % male  | 0   | 19  | 25  |
| Sensitivity and illness duration                          | Unclear. All participants had EM field sensitivity and met criteria for chronic fatigue syndrome  | Mainly generalised EHS with a duration of 1 year or more  | Generalised EHS. Mean duration of 3 years   |
| Active intervention                                       | Multiple 3-day periods over 1 month with Synchronon Scalar Synchronizer switched on   | 180 mg vitamin C, 100 mg vitamin E and 120 µg selenium daily for 3 weeks  | Classic deep acupuncture for ten 30-min sessions over 5 weeks (n = 13)  |
| Control   | Multiple 2-day periods over 1 month with Synchronon Scalar Synchronizer switched off  | Placebo tablets daily for 3 weeks   | Superficial acupuncture at the same acupuncture points for ten 30-min sessions over 5 weeks (n = 7)                     |
| Assessment time-points                                    | Assessments made during each on and off period  | Daily questionnaires. Blood samples taken before and during last 3 days of each condition                                   | After treatment and at 1-, 3- and 6-month follow-up   |
| Effects of active condition compared to control condition | Improvements in symptoms, cognitive function and perceived hypersensitivity, as well as grip strength, balance and patella tendon refl exes.<br>No statistical tests reported | No differences with respect to symptoms and stress, perceived hypersensitivity, avoidance behaviours, or blood biochemistry | No differences reported with respect to symptoms, perceived hypersensitivity, ability to relax or biochemical variables |

### 3. 전자파 과민성 역학 조사 연구

전자파 과민성에 관한 역학 조사 연구는 유럽과 북미 지역에서만 소수의 연구만 수행되어졌고 전 세계적으로는 아직까지 연구 보고 된바가 미비한 상태이다. 표 4-6의 전자파 과민성 역학 조사 연구에 관한 내용을 보면 총 6건의 역학 조사 연구 중 설문지 응답을 이용한 연구가 2건이고 전화응답을 이용한 연구가 3건, 나머지 1건의 연구는 무슨 방법을 이용하였는지 나타나 있지 않았다. 총 6건의 연구 중 1건만 북미 지역에서 연구되었고 5건은 유럽에서 연구되어졌다. 결과를 살펴보면 Carlsson이 스웨덴의 스캐니아 지역에서 설문지 응답을 통해 실시한 연구에서 응답자 중 전자파 과민성으로 분류된 비율이 12 %로 가장 높았다. 상대적으로 2002년 조사된 Hillert와 Levallois의 보고서는 전자파 과민성으로 분류된 비율이 각각 1.5 %와 3.2 %로 매우 낮았다. Hillert는 스웨덴의 스톡홀름 지역에서 사는 주민 10,670명을 대상으로 설문지 조사를 실시하였는데 낮은 수입, 여성, 고학력 등의 경우 전자파 과민성 증상을 느끼는 비율이 높았고 주요 증상으로는 두통, 안면 가려움, 눈의 염증 등이라고 조사되었다. Levallois는 미국 캘리포니아에 사는 주민 2,072명을 대상으로 전화응답을 통한 설문조사를 실시하였다. 낮은 수입과 낮은 학력의 사람일수록 전자파 과민성 증상을 느끼는 비율이 높은 것으로 나타났다. 이같이 연구결과에 차이가 있는 이유는 국가와 지역에 의한 결과의 차이일수도 있지만 연령대, 남녀 성비, 질문의 내용에 따라서도 결과가 틀려질 수 있다. 앞으로 보다 신뢰성이 있는 역학조사를 연구하기 위해서는 이와 같은 조건들에 대한 기준을 정립하는 것이 필요 할 것으로 보인다.

표 4-6 전자파 과민성 역학조사 연구 동향

| Reference                          | Number of Response                         | Study Design                | To the Question   | Result  |
|------------------------------------|--|-----------------------------|---|---|
| Levallois, California, 2002        | 2072 Californians over 18 years            | Telephone Survey            | Are you allergic or very sensitive to getting near electric appliances, computer or power lines?              | 23.1% of the respondents reported chemical sensitivity(1.3% reported electrosensitivity without any chemical sensitivity)                             |
| Hillert, Sweden, 2002              | 10670men and women between 19 and 80 years | Questionnaire Survey        | Are you allergic or hypersensitive to electric or magnetic field?   | 1.5% of the respondents defined themselves as electrosensitive  |
| Carlsson, Scania, 2005             | 24922 people between 22 and 84 years       | Postal Questionnaire Survey | During the past 14 days, did you experience annoyance that you associate with chemical or electrical factors? | 30.2% of the respondents quated at least one factor, of whom 40% an electrical factor   |
| Schroeder, Germany, 2002           | 2406 individuals over 14 years             | Phone Survey                | Are you allergic or hypersensitive to electric device?  | 8% of the German population is electrosensitive   |
| Leitgeb& Schrottner, Austria, 2003 | 708 adults, between 17 and 60 years of age |                             |   | 4.2% women and 1.7% of men were “electromagnetic sensible”  |
| Schreier, Switzerland, 2006        | 2048 individuals over 14 years             | Phone Survey                | do you think that adverse health effects attributed to electric and magnetic field?                           | 2.7% of all respondents reported adverse health effects attributed to electric and magnetic fields. 2.2% reported having had such effects in the past |

## 5장 국내 전자파 과민성 연구를 위한 방안

### 제 1 절 휴대폰 인체영향에 관한 인식 조사

지금까지 찾아본 결과 국내의 전자파 과민성에 관한 연구는 거의 진행되지 않은 상태이다. 그러나 국내에도 전자파 인체보호 기준 이하의 전자파 노출에 대한 민원제기가 계속 이루어지고 있고, 휴대폰 사용의 증가에 따른 전자파 인체 영향에 관한 우려가 확산되고 있기 때문에 국내 전자파 과민성 연구가 시급한 실정이다. 다음은 국민들의 휴대폰 인체영향에 관한 인식을 조사한 내용이다.

서혜석 국회의원과 시민환경 연구소는 “휴대전화 사용 실태 및 전자파 유해성 인식”이란 주제로 2006년 4월 26일부터 4월 28일까지 3일간 전국 만 20세 이상 성인남녀 1,034명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 그 결과 휴대전화 유해성에 관한 답변은 영향은 있지만 우려할 만한 수준은 아니다가 55.5 %로 가장 많았고, 유해하다고 37.5 % 유해하지 않다가 0.5 %로 대부분의 응답자들이 핸드폰이 인체에 유해하다는 생각을 가지고 있었다. 그림 5-1은 응답 결과를 보여주고 있다.

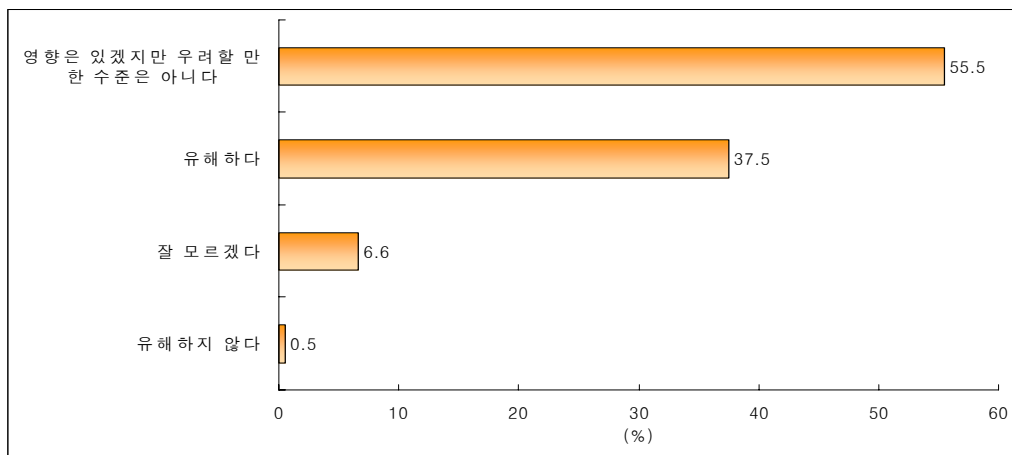


그림 5-1 휴대전화 유해성 인식도

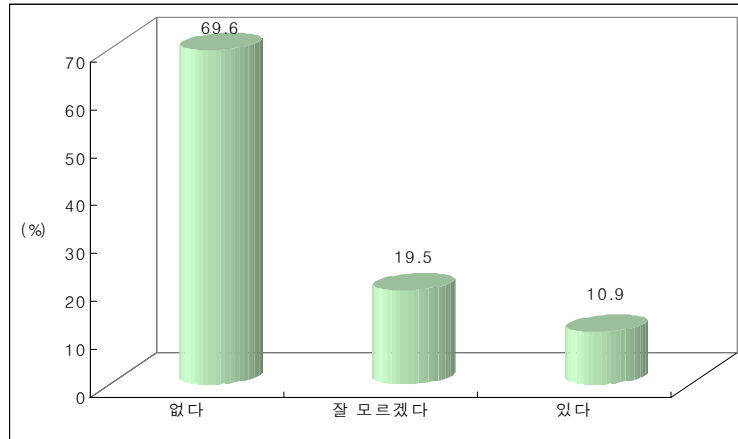


그림 5-2 휴대전화 이용 시 신체 이상 경험

그림 5-2의 휴대전화 이용 시 신체 이상 경험을 보면 응답자 중 10.9 %가 휴대전화로 인한 신체 이상을 겪어봤다고 대답하였다. 이것은 유럽의 전자파 과민성 증상 역학조사에서 전자파 과민성 증상을 느꼈다고 대답한 응답자의 비율보다 높은 것을 알 수 있다. 그림 5-3은 휴대전화로 인한 신체 이상 시 느꼈던 증상에 관한 내용이다. 가장 많이 나타난 증상으로는 귀가 일시적으로 멍해지는 증상(60 %)이었고 두통(53 %), 피로감(41.4 %)이 그 뒤를 이었다.

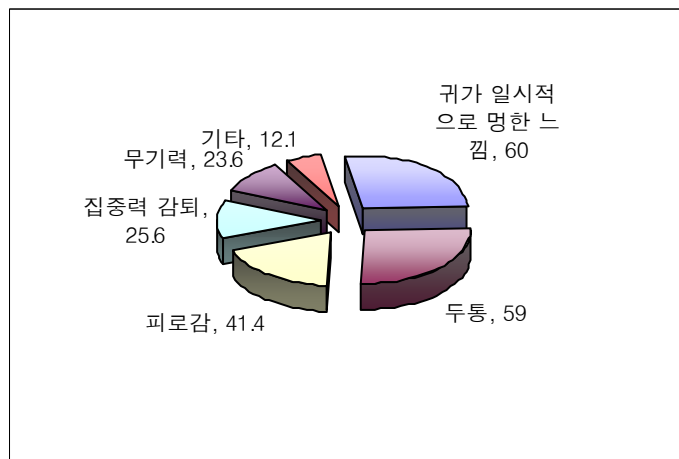


그림 5-3 휴대전화로 인한 신체 이상 증상

전자파 흡수율(SAR)에 대한 인식과 휴대전화 단말기를 구입할 때 전자파 흡수율을 고려하는지에 관한 설문 조사를 그림 5-4와 그림 5-5에 나타내었다. 전자파 흡수율에 관한 일반인들의 인식이 아직은 많지 않다는 것을 알 수 있다.

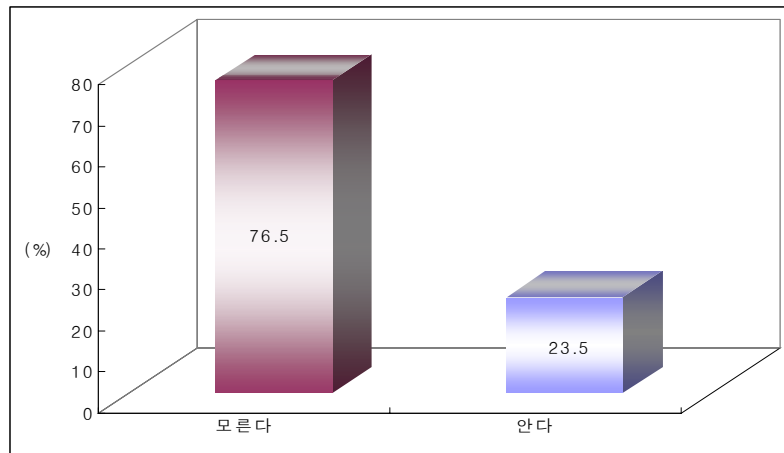


그림 5-4 전자파 흡수율(SAR) 인지 여부

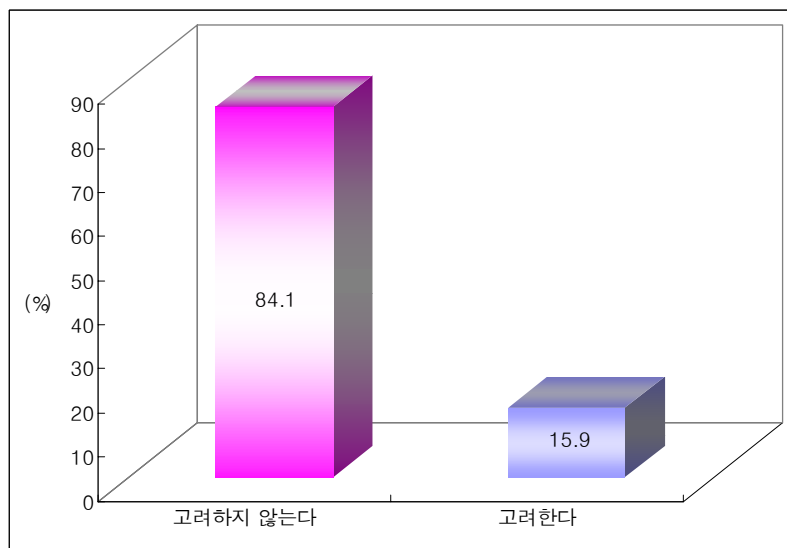


그림 5-5 휴대폰 구입시 전자파 흡수율 고려 여부



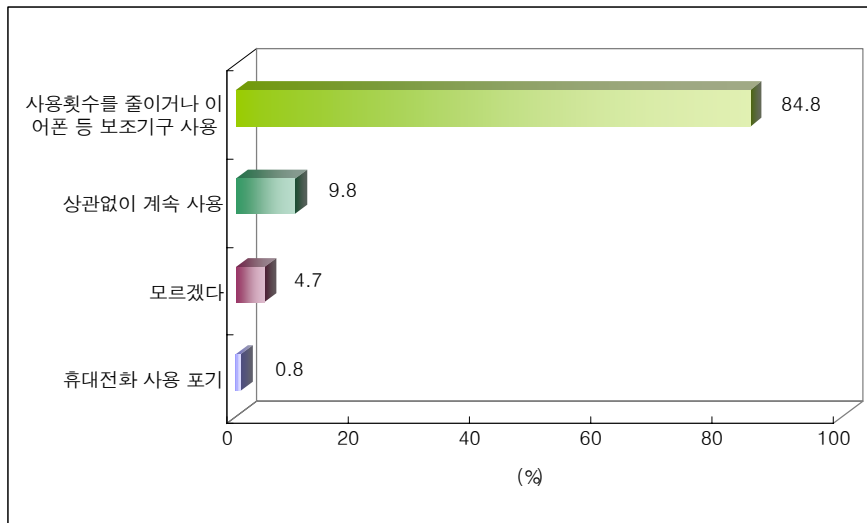


그림 5-6 휴대 전화 인체 유해 입증 시 행동

그림 5-6을 보면 휴대전화 인체 유해 입증 시 행동으로는 사용횟수를 줄이거나 이어폰 등의 보조기구를 사용한다는 응답자 수가 84.8 % 인 것으로 드러나 전자파의 인체영향에 대한 걱정을 많이 한다는 것을 알 수 있다.

전자파 과민성은 기존의 질병과는 비교적으로 새로운 증후군으로서 많은 연구가 필요한 실정이다. 아직까지는 체계적으로 확립된 진단상의 기준이 없고 의학적 측면에서 볼 때 질병으로 받아들여지지 않고 있다. 또한 전자파 과민성 증상을 호소하는 사람들이 증가함에도 불구하고 현재 전자파 과민성인지 아닌지를 구분할 만한 기준 또는 신뢰성이 있는 평가도구가 없다. 전 세계적으로 전자파 과민성에 관하여 연구하는 전문가들조차 자신이 전자파 과민성이라고 주장하는 사람들의 개인적인 자가진단에 의존하고 있을 뿐이다. 그러나 전자파 과민성 증후군이 인체보호기준 이하의 전자기장 강도에서 이상을 호소하는 것이기 때문에 전자파 과민성 환자를 구분 짓는다는 것은 매우 어려운 문제이다.

우리나라의 경우도 인체보호기준 이하 강도의 전자파 노출에 대해 고통을 호소하는 사람들이 증가하는 추세이므로 전자파 과민성 연구를 위한 전자파 과민성 선별 기준과 연구 방법 등이 시급히 마련되어야 할

것이다. 국내에 적합한 전자파 과민성 선별 기준 수립과 국내의 전자파 과민성 자원자 연구를 위한 연구방법, 실험 항목 및 절차 확립을 위해서는 다음과 같은 연구가 선행되어야 할 것으로 보인다.

## 제 2 절 전자파 과민성 질문지 개발

국내의 경우 아직 전자파 과민성에 대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정이므로 전자파 과민성 개인 파악과 동시에 전자파 과민성 증상과 원인에 대한 조사를 목적으로 한 질문지의 개발이 우선시 되어야 할 것이다. 국외 역학조사의 연구 결과를 보면 연령, 수입, 성별, 학력수준에 따라서도 전자파 과민성 증상을 느끼는 비율이 다르게 나타났다. 또한 전자파 과민성 개인으로 분류된 비율이 Hillert와 Levallois의 연구에서는 각각 1.5 %와 3.2 %로 매우 낮은 반면 Carlsson이 스웨덴에서 설문지 응답을 통해 실시한 연구에서는 전자파 과민성 개인으로 분류된 비율이 12 %로 앞서 언급한 두 개의 연구 결과와 상당한 차이를 보이는 것을 알 수 있었다. 이렇게 전자파 과민성 개인의 비율이 다르게 나타나는 것은 지역과 연구년도의 차이도 있겠지만 질문지의 내용에 따라서도 상당한 차이를 보일 수 있다.

주로 느끼는 증상은 두통, 눈의 피로나 통증, 안면의 가려움 등이었고 이밖에 수면장애 집중력 저하들로 보고되어졌는데 연구별로 약간의 차이를 보였다. 전자파 과민성 개인들이 주장하는 주요 원인으로는 전력선, 휴대폰 기지국, 컴퓨터 모니터 등에서 나오는 전자기장을 답하였으나 증상을 유발시키는데 전자파 이외의 형광등의 깜빡거림, 개인적인 피로, 실내공기의 오염, 정신적 스트레스, 휴대폰을 사용할 때의 열적 효과 등이 영향을 끼칠 수도 있다. 앞서 말한 요소들을 고려한다면 보다 신뢰성이 높은 전자파 과민성 질문지를 개발할 수 있을 것이다.

국제적으로 전자파 과민성 연구와 관련하여 표준화된 기준이 아직 제정되지 않았기 때문에 국내 전자파 과민성 질문지의 개발은 국외의

연구를 토대로 국내 실정에 맞도록 수정 보완해야 할 것으로 보인다. 국내 전자파 과민성 질문지 개발을 하는데 참고할만한 국외 전자파 과민성 질문지를 부록 I 과 부록 II 에 수록하였다. 부록 I 은 2007년 Bioelectromagnetics에 실린 “Development and Evaluation of the Electromagnetic Hypersensitivity Questionnaire” 논문을 통해 개발된 전자파 과민성 질문지이다. 내용을 살펴보면 전자파 과민성 증상과 원인을 파악하기 쉽게 질문 내용이 정리되어 있다. 반면 응답자의 주거환경 또는 직장 내의 환경(예 : 하루 컴퓨터의 사용량, 가전제품의 종류) 등을 세세하게 파악할 수 없다. 또한 전자파 과민성 증상을 느꼈을 때 전자 제품의 사용량을 줄였는지, 의사를 찾아갔는지 등에 대한 대처 방안들에 대한 질문내용이 포함되어 있지 않다. 부록 II 는 2003년 영국에서 작성된 “Treatment protocols for people affected by EMF” 보고서에 포함된 전자파 과민성 질문지이다. 부록 I 과 비교하였을 때 응답자의 주거환경 또는 직장 내의 환경과 관련된 질문이 포함되어 있는 것을 알 수 있다. 반면 증상과 원인에 대한 항목이 너무 적다. 특히 최근 전자파 과민성의 주요 원인으로 주장되어지는 전력선, 휴대폰 기지국 등의 항목 등이 모두 빠져 있는 것을 알 수 있다. 국내 전자파 과민성 질문지의 개발시 고려해야 할 기본적인 항목들은 다음과 같다.

가. 응답자의 나이, 성별, 결혼상황, 직장 등의 신상정보

나. 응답자가 과거나 현재 전자파로 인해 느꼈었던 전자파 과민성 증상과 그 원인

다. 응답자의 육체적 정신적 건강 상태

위의 기본적인 항목들 외에 연구의 목적과 형태에 따라 추가적인 항목들을 포함시켜야 할 것이다. 예를 들면 자원자를 통한 자극 유발 실험의 경우에는 실험 당일 피 실험자의 기분, 최근 일주일 사이의 음주 여부, 흡연 여부, 전자파 인지 여부 등 좀 더 상세한 질문 항목들이 추가되어야 한다. 또한 전자파 과민성 완화를 위한 연구를 하기 위해서는

전자파 과민성 환자들이 자신의 증상을 완화시키기 위해서 사용했던 방법, 효과 등의 항목들이 추가되어야 할 것이다.

### 제 3 절 전자파과민성 역학 연구방안

우리나라의 휴대폰 보급률은 약 82.2 %로 세계 휴대폰 보급률 29 %에 비해 훨씬 높은 것으로 나타났다. 그만큼 휴대폰 사용이 광범위하게 증가하면서 더 좋은 서비스의 제공을 위해 기지국의 설치도 급증하게 되었다. 통화의 질을 상승시키기 위해 인구가 많은 거구지역이나 집 가까이에 설치되는 것이 드물지 않게 되었다. 이에 따라 주민들이 기지국으로부터의 전자파 노출에 대한 염려도 많아지게 되었다. 이러한 상황으로 인해 국내의 전자파 과민성 역학 연구는 기지국으로부터의 전자파 노출이 인체에 유해한 영향을 미칠 것인가를 규명하기 위한 역학 연구에 대한 필요성을 부각시키게 되었다. 그러나 기지국에 관한 역학 연구는 많은 방법론적인 어려움을 안고 있는데 무엇보다도 이동 전화 기지국으로부터의 전자파 노출량을 타당하고도 신뢰성 있게 평가할 수 있는 방법이 없기 때문이다.

기지국 전자파 노출의 건강 영향에 관한 연구는 기지국의 건설의 역사가 짧은 만큼 많이 축적되어 있지 않다. 대부분의 연구는 주관적인 평가에 전자파 과민성 증상 혹은 신경 행동 검사나 인지기능 검사에 초점을 맞추어 수행되었으며, 그 결과는 일관적이지 않다. Santini[2003] 등은 기지국 근처에 사는 주민 530명에 대하여 18개의 특이한 건강 증상을 묻는 설문 조사를 실시하였다. 이 중 몇 개의 증상, 즉 오심, 식욕 감퇴, 시야 혼탁의 경우에는 기지국으로부터 10 m 안쪽으로 사는 사람들에서 불안증, 우울 증상, 성욕감퇴는 100 m 안쪽에서, 두통, 수면 장애, 불편감은 200 m 안쪽에 사는 사람들에서 300 m 바깥에 사는 사람들에게 비하여 더 높은 빈도를 보였음을 보고한 바 있다. 또한, 남성보다는 여성이, 젊은 사람보다는 나이 든 사람에서 증상 호소가 더 많았다.

오스트리아에서는 도시 지역과 시골 지역에서 10개의 이동통신 기지국 주변의 주민 365명에 대하여 수면의 질 등 주관적 증상 평가 조사 및 다양한 인지 기능 평가를 수행하였다. 이 중 336명의 집안 침실에서 고주파 전자기장의 세기를 측정하였다. 측정된 고주파 전자기장의 세기는 권고 기준보다 현저히 낮은 수준이었다. 기지국 안테나의 위치는 시골의 경우 24 m ~ 600 m, 도시의 경우 20 m ~ 250 m 떨어진 곳에 위치하고 있었다. 평균 전자기장의 세기는 시골이 도시지역에 비하여 약간 높았다. 전자기장의 세기와 두통은 유의한 상관관계를 보였으나, 전자기장의 노출량이 증가할수록 지각 속도가 증가하고 정확성이 감소하는 정도는 통계적인 유의성을 보이지 않았다. 수면의 질은 전자기장의 노출의 세기와 관련성이 없었다.

이집트의 Menoufiya 지역에 최초로 건설된 이동통신 기지국 주변에 사는 주민 85명과 이들과 연령, 성별, 직업, 교육 수준을 짝 지운 대조 집단 80명에 대하여 단면 조사를 실시하였다. 설문 조사, 일반적 및 신경학적 이학적 검진, 신경 행동 검사 및 성격 검사를 실시하였다. 기지국 주변 거주민에서 대조 집단에 비하여 두통(10 %), 기억력 변화(5 %), 어지러움(5 %), 우울 증상(8.8 %)이 유의하게 높은 빈도를 보였다. 신경 행동 검사에서는 노출 거주민에서 대조 집단에 비하여 집중 및 단기 기억 부분에서 유의하게 낮은 수행력을 보였다. 모든 노출 거주민에서 두 가지 시각 운동 속도 검사 및 한 가지 집중력 검사에서 두 가지 시각 운동 속도 검사 및 한 가지 집중력 검사에서 대조 집단에 비하여 더 좋은 성적을 보였다. 이동통신 기지국에서 방출되는 전자파의 양은 정부에서 권고하는 기준에 비하여 현저히 낮은 수준이었다. 그러나 이러한 결과에 입각하여 권고 기준에 대한 수정이 필요함을 제기하고 있다.

사람을 대상으로 이동 전화 기지국에서 방출되는 전자파와 같은 것을 직접 노출시켜, 증상 및 인지 기능 검사를 수행한 자원자 연구도 보고되었다. 그러나 결과는 일관적이지 않았다. Zwamborn[2003]은 GSM과 UMTS 기지국 노출과 주관적 증상 및 인지 기능에 관하여 일상적

인 RF 노출에 대하여 건강상의 문제를 호소하는 그룹과 그렇지 않은 그룹에 대해 실험 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 GSM 노출에서는 그렇지 않았는데 UTMS 노출에서는 주관적인 전자과 과민성 증상이 두 그룹 모두에서 나빠졌으며, 실제적인 인기 기능에서는 유의한 변화가 없었다. 암이나 퇴행성 질환과 같은 만성 질환을 주요 건강 영향으로 하여 기지국 전자과 노출과의 관련성을 살펴볼 경우에는, 장기적인 노출과 노출 후 질병 발생까지의 장기적인 잠복기가 필요하다. 따라서 비교적 최근에 건설되기 시작한 이동통신 기지국으로부터의 전자과 노출과 관련해서는 아직까지 충분한 노출 기간 및 잠복기가 주어진다고 하기 어렵다. 현재로서는 다른 RF 발생 노출원, 즉 기지국에 비하여 현저히 높은 노출 비중을 차지하는 다른 노출원과 관련하여 그 연관성을 살펴볼 수 있고, 이때 기지국 노출은 무시할 수 있다. 일반적으로 사람들은 암이나 만성 질환보다는 기지국의 존재로 인하여 발생된다고 생각하는 불특정한 증상이나 삶의 질의 감소에 더 관심이 많은 경향이 있다. 그러나 이러한 삶의 질이나 복지의 경우에는 주관적인 판단에 기반을 두는 기준이 되므로 객관적인 연관성을 연구하기에 어려움이 있다. 즉, 이러한 주관적 판단에는 그 사회의 문화적인 특성이 개입될 수 있기 때문이다. 실제로 객관적으로 건강이 나쁜 사람들이 그렇지 않은 사람들보다 더 좋은 삶의 질을 보고한다는 증거가 많이 있다. 그러나 같은 사람을 대상으로 시간 혹은 어떤 사건을 두고 삶의 질이나 복지에 관한 판단의 차이를 보는 것은 매우 유용한 방법이 될 수 있다.

삶의 질이나 증상과 같은 자가 보고에 기반을 둔 결과를 이용하는 경우, 보고자가 그들의 노출에 대하여 알고 있을 경우에는 문제가 더 심각해진다. 소위 Nocebo effect라는 것인데, 이것은 Placebo effect와 반대되는 개념으로 기대 혹은 걱정을 하는 것으로 인하여 부작용 증상이 나타나는 현상을 말한다. 따라서 자가 보고에 기반을 둔 연구를 수행하는 경우에는 반드시 이 문제를 고려하여야 한다. 기지국의 장기 노출과 전자과 과민성 증상과의 관련성을 연구하는 경우에도 문제점이 발생된다. 그것은 과거의 기지국 노출은 이미 현재의 노출과는 많이 다르

다는 점이다. 또한, 전자파 과민성 증상에 있어서 장기적인 변화를 측정한다는 것 자체가 매우 어렵다.

RF노출과 관련하여 즉각적으로 혹은 수분 내에 일어나는 전자파 과민성 증상에 대한 연구는 자극 유발 실험을 통해 더 잘 수행될 수 있다. 이 때 무작위 추출(randomization)과 이중 맹검법(double-blinding)을 이용하게 되면 보다 효과적으로 통제할 수 있다. 전자파 과민성이 있는 사람들이 어떤 경우에는 노출 후 수주 혹은 수개월 후에 증상을 호소하는 경우가 있는데, 이러한 부분에 대한 연구는 자원자 연구로 수행되기 어렵고 역학적 연구를 통해 수행되어야 할 필요가 있다.

## 제 4 절 전자파 과민성 자원자 연구방안

### 가. 연구의 목적 및 필요성

우리나라의 경우 휴대폰 사용자의 증가와 함께 휴대폰 단말기 및 기지국으로부터 유발되는 전자파 노출 유해성 여부에 대한 논란이 끊임없이 제기되고 있고, 대중적인 관심 또한 증가하고 있다. 또한, 최근 청소년들이 장시간 동안 휴대폰을 사용함으로써 여러 사회적 문제가 제기되고 있기 때문에 휴대폰 주파수 대역에서의 자원자 연구가 가장 필요할 것으로 보인다.

2002년에는 영국 및 호주 정부에서 휴대폰 사용이 특히 성장기에 있는 청소년들의 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있으므로 휴대폰 사용 자체를 권고한 바 있다. 2003년 국제보건기구에서 발표한 라디오 주파수 영역에 대한 연구 의제에서 시급하게 다루어야 할 과제로 수면에 대한 영향, 두통, 청소년의 기억에 관한 연구라고 하였다. 현재까지 외국에서 수행된 휴대폰 전자파 유해성 연구는 인체영향과 관련이 없음을 보고한 연구와 인체 영향 가능성을 제시한 연구도 있다. 이처럼 휴대폰 전자파의 인체 유해성에 대한 명확한 결론이 나지 않은 상태임에도 불구하고

국내에서는 많은 연구가 이루어지지 않고 있고, 휴대폰 전자파에 관한 불안감이 증대되고 있다. 따라서 휴대폰 주파수대역에 대한 자원자 연구를 통해 객관적 자원자 연구의 토대를 마련하고, 전자파 유해성의 불안감을 해소할 필요성이 있다. 휴대폰 전자파 인체영향과 함께 약한 전자파에도 두통, 불면증, 단기간의 기억력 소실, 뇌파 변화 등의 정신적, 신경 생리학적 증세를 호소하는 휴대폰 전자파 과민성 환자들도 나타나고 있다. 전자파 과민성 환자들은 각국의 휴대폰 전자파에 대한 법적 기준치 이하의 약한 전자파에서 전자파 과민성 증상을 호소하고 있고 이러한 전자파 과민성은 사람들에게 정신적 스트레스로 작용하여 삶의 질을 떨어뜨리고 있다. 이러한 전자파 과민성에 대한 적당한 관리 및 치료가 필요하지만 전자파과민성의 원인이 불안감에서 오는 심리적인 것인지, 전자파 노출에 의한 생리학적인 것인지 명확하지 않기 때문에 이들을 치료하는데 어려움이 따른다. 따라서 휴대폰 전자파 자원자 연구를 통하여, 휴대폰 전자파 유해성 여부와 전자파 과민성의 원인이 심리적인 문제인지 전자파 노출에 의한 것인지를 규명할 필요가 있다.

#### 나. 연구 설계

전자파 과민성 자원자 연구는 전자파 과민성 증상을 호소하는 사람으로 이루어진 실험군과 일반인의 대조군 두 그룹에 대해서 환자-대조군 연구로 이루어진다. 전자파 자원자 연구 진행시 자각 증상은 나이, 성, 사회적 지위, 질병의 유무, 개인적 특성에 따라 다양하게 나타나기 때문에 충분한 자원자 수, 이중 맹검법, 통계처리 등 여러 변수들을 고려해야 한다. 전자파 과민성 자원자 연구는 정상인과 환자군의 나이, 성별, 질병 유무, 시험조건 등을 가능한 동일한 조건으로 실험해야 한다. 그리고 휴대폰 전자파의 가상 및 실제 노출에서 나타나는 생리학적 변화와 주관적 자각 증상을 관찰, 비교한다. 측정 변수는 호흡, 맥박, 혈압, 뇌파, 호르몬 등의 생리학적 변화와 두통, 피로 등의 주관적인 자각 증상 등이 있다. 이 변수들에 대해 노출 시간의 증가에 따른 변화와 노



출 여부에 따른 변화의 유의한 차이를 통계적으로 확인한다. 생리학적 변화와 자각 증상 이외에 추가적으로 전자파 인지에 대한 설문이 이루어질 수 있다. 전자파 인지는 실제와 가상 노출에서 전자파의 노출을 구분할 수 있는지를 확인하는 것이다. 미약한 전자파에 대해 어떠한 생리적 변화나 주관적인 자각 증상 없이 전자파를 인지하는 현상은 전자파 인체 유해성이나 전자파 과민성과는 독립적인 현상으로 봐야 한다. 그리고 이와 같은 현상을 자원자 연구를 통해 확인할 수 있다.

실험 방법과 분석 방법에 따라 결과에 영향을 줄 수 있으므로 다음의 각 항목을 주의하여 연구를 진행해야 한다.

#### 가. 이중 맹검법

피검자자와 검사자 모두 휴대폰의 on/off 상태를 알 수 없는 이중 맹검법을 하여 실험의 bias를 최소화한다.

#### 나. 무통화

휴대폰 통화시 통화 내용이 피검자의 정신 및 생리 작용에 영향을 줄 수 있으므로, 가상과 실제 노출 시 무통화로 실험한다.

#### 다. 일정한 출력

무통화의 경우, 핸드폰의 출력이 급격히 떨어지므로 테스트 모드를 이용하여 휴대폰의 출력을 일정하게 유지시킨다.

#### 라. 휴대폰 고정 장치

휴대폰을 헤드폰에 장착시켜 편안 상태에서 실험을 진행해야 한다.

#### 마. 배터리 온도 상승

배터리의 온도 상승으로 인한 피검자의 휴대폰 동작 상태를 알 수 없도록 단열재를 사용하여 고정한다.

#### 바. 전자파 잡음 최소화

주변의 60 Hz, RF 전자기장을 측정하고 실험실 주변 전자기기의 전원을 꺼 전자파 잡음을 최소화한다.

#### 사. 측정 조건 유지

실험 전날부터 술, 약물 복용, 흡연, 카페인 등을 제한하고, 온도와 습도의 영향에 따라 결과가 달라질 수 있으므로 매 실험마다 측정 장소의 온도 및 습도를 일정하게 유지한다.

#### 아. 임상시험위원회와 피검자의 승인

마지막으로 전자파 자원자 연구는 인체 위해 여부를 검증하는 연구이므로 사전에 반드시 임상시험위원회의 승인과 피검자의 동의하에 연구가 진행되어야 한다.

전자파 과민성 자원자 연구는 다양한 혼란 변수들을 내제하고 있기 때문에 연구 설계 방법에 따라 다양한 결과를 보일 수 있다. 즉, 잘못된 연구 설계로 인해 잘못된 결과를 도출할 수 있으므로 자원자 연구 진행에 앞서 연구 설계에 대한 충분한 검증이 있어야 할 것이다. 그리고 자원자 연구의 특성상 전자파 노출로 인한 즉각적인 영향만을 확인할 수 있어, 일부 연구에서 연구 종료 후 실험 참여자들에 대한 관찰 연구를 진행하였으나, 적은 샘플수로 인해 충분한 통계 검정을 가지지 못했다.

현재까지의 국내 및 전자파 과민성 자원자 연구는 각 연구마다의 전자파 노출 강도, 노출 시간, 설문 내용 등이 서로 상이한 방법으로 연구가 진행되고 있고 전자파 과민성에 대한 일관된 결과를 보여주지 못하고 있으며, 전자파 과민성에 대한 사회적 이슈를 제대로 설명하지 못하고 있다. 뿐만 아니라 국내의 전자파 과민성 연구는 국외의 전자파 과민성 연구에 비하여 많이 부족한 실정이다. 따라서 국내에서도 전자파 과민성에 대한 단기간의 연구뿐만 아니라 장기간에 걸친 다양한 조건하의 많은 연구가 필요하고, 이를 토대로 자원자 연구의 노출 시간, 노출량, 측정 변수 및 자각 증상에 대한 질문 내용 및 방법 등의 연구 설계에 대한 표준화가 있어야 할 것이다.

그리고 전자파 과민성에 대한 관리와 치료를 위한 연구도 있어야 할 것이다. 전자파 과민성 연구 결과와 만약 그 원이 심리적 이유로 판명되면 이를 홍보하여 전자파 과민성 환자의 심리적 안정을 꾀하고 전자파 노출로 인한 생리적 변화를 실제로 동반한다면 전자파 인체 영향 및 전자파 과민성에 대한 더 많은 대대적인 연구가 필요할 것이다.

## 제 6 장 결 론

전자파 인체영향 문제는 최근 전자파의 이용이 급속히 증가하고 국민들의 인체 유해 여부에 대한 관심이 높아지면서 사회적인 문제로 대두되기 시작하였다. 송전선로 전자파에 의한 인체 유해성에 대한 대중들의 관심과 우려는 무선통신 기술의 발달과 이동전화라는 새로운 기기가 등장함에 따라 이동전화에서 방출되는 전자파가 미치는 인체 유해성에서 나아가 이제는 기지국에서 방출되는 전자파가 인체에 미치는 영향에까지 이르게 되었다. 실제로 뇌종양이나 암 발병의 원인을 휴대전화의 장기간 사용으로 보고 휴대전화 제조업체를 상대로 소송을 진행하는 일이나 건강상, 미관상의 이유 등을 들며 기지국 설치 반대는 물론 이미 설치된 기지국의 철거를 요구하는 사태를 찾아보는 일은 어려운 일이 아니다. 최근에는 와이브로, WCDMA, DMB 등 신규서비스가 계속해서 도입됨에 따라 새로운 통신기기들의 출시되고 있으며, 서비스 제공을 위한 기지국의 설치는 피할 수 없게 됨에 따라 전자파에 대한 대중들이 막연한 불안감과 걱정을 해소시키기 위한 전자파 인체 영향에 대한 연구는 이제 매우 중요한 연구 분야로 자리 잡게 되었다.

이에 본 연구에서는 전자파 인체영향에 대한 연구동향에 대해 살펴 보았다. 최근 국내·외적으로 이동전화의 전자파 유해성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 이와 같은 국내·외 연구의 노력에도 불구하고, 전자파 인체 유해성에 대한 여부는 아직도 많은 것이 불확실하고 답변이 명료하지 않은 상태이다. 전자파 인체 영향에 대한 연구는 다양한 연구 추진을 도모해야 하며, 실험과 이론을 통하여 심도 있게 수행해야 할 분야이다. 그리고 이를 위해서는 국내·외적으로 여러 분야에서 광범위하게 수행된 연구결과를 토대로 구체적이고 다각적인 조사와 분석이 필요할 것으로 보인다. 또한 본 연구에서는 인체보호기준 이하의 전자파에 대해 신체의 이상을 호소하는 전자파 과민성에 대해 살펴보았다. 최근 15년 사이에 전자파 과민성과 관련된 불만 사항이 많이 제기되고 있지만 전자파 과민성은 질병으로 분류되지 않고 있으며 이에

대한 정확한 평가를 내릴 수 있는 방법들이 아직 확립되지 않은 상태이다. 주로 보고되어진 전자파 과민성의 증상은 피로, 두통 같은 신경계통의 증상들과 가려움증 얼굴의 따가움과 같은 피부질환의 증상이고 전자파 과민성 환자들은 전자파 과민성 증상을 일으키는 주요 원인으로는 전력선, 가전제품, 영상표시장치, 셀룰러폰, 이동통신 기지국 등을 주장하고 있다.

지금까지 국외에서 이루어진 연구들은 크게 세 가지로 나눌 수 있는데 첫 번째는 전자파와 과민성 증상과의 관련성을 살펴보기 위해 실시하는 자원자를 통한 자극 유발실험 연구, 두 번째는 전자파 과민성 증상을 완화시키기 위한 방법에 관한 연구, 세 번째는 전자파 과민성의 인구와 원인에 대해 알아보고 증상을 분류하는 역학조사 연구이다. 지금까지 조사한 바로는 자극 유발실험 연구가 가장 활발히 이루어지고 있는 것을 확인 할 수 있었다. 국내의 경우 대중들 사이에 전자파 과민성의 인식이 많이 부족하며 전자파 과민성에 관한 연구는 거의 진행되지 않은 상태이다. 그러나 국내에도 전자파 인체보호 기준 이하의 전자파 노출에 대한 민원제기가 계속 이루어지고 있고, 특히 휴대폰 사용의 증가에 따른 전자파 인체 영향에 관한 우려가 확산되고 있기 때문에 국내 전자파 과민성 연구가 시급한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국외의 전자파 과민성 연구를 토대로 국내 실정에 맞는 전자파 과민성 연구 방법, 실험 항목들을 제시하였다. 먼저 국내의 경우 아직 전자파 과민성에 대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정이므로 전자파 과민성 개인 파악과 동시에 전자파 과민성 증상과 원인에 대한 조사를 목적으로 한 질문지의 개발이 우선시 되어야 할 것이다. 국내 전자파 과민성 질문지의 개발시 고려해야 할 기본적인 항목들 응답자의 나이, 성별, 결혼 상황, 직장 등의 신상정보와 응답자가 과거나 현재 전자파로 인해 느꼈었던 전자파 과민성 증상과 그 원인 그리고 응답자의 육체적 정신적 건강 상태 등이 있다. 또한 위의 기본적인 항목들 외에 연구의 목적과 형태에 따라 추가적인 항목들을 포함시켜야 할 것이다.

전자파 노출과 관련하여 즉각적으로 혹은 수분 내에 일어나는 전자

과 과민성 증상에 대한 연구는 자극 유발 실험을 통해 더 잘 수행될 수 있다. 이 때 무작위 추출(randomization)과 이중 맹검법(double-blinding)을 이용하게 되면 보다 효과적으로 통제할 수 있다. 전자파 과민성이 있는 사람들이 어떤 경우에는 노출 후 수주 혹은 수개월 후에 증상을 호소하는 경우가 있는데, 이러한 부분에 대한 연구는 자원자 연구로 수행되기 어렵고 역학적 연구를 통해 수행되어야 할 필요가 있다. 전자파 과민성 역학 연구는 전자파 과민성 환자들의 주관적인 판단에 기인하는 경우가 많기 때문에 객관적인 연관성을 연구하기에 어려움이 있다. 전자파 과민성 역학 연구의 경우 같은 사람을 대상으로 시간 혹은 어떤 사건을 두고 삶의 질이나 복지에 관한 판단의 차이를 보는 것은 매우 유용한 방법이 될 수 있다. 그러나 삶의 질이나 증상과 같은 자가 보고에 기반을 둔 결과를 이용하는 경우, 보고자가 그들의 노출에 대하여 알고 있을 경우에는 연구결과의 신뢰성이 떨어질 수 가 있는데 따라서 자가 보고에 기반을 둔 연구를 수행하는 경우에는 반드시 이 문제를 고려하여야 한다.

현재까지의 전자파 과민성 자원자 연구는 각 연구마다의 전자파 노출 강도, 노출 시간, 설문 내용 등이 서로 상이한 방법으로 연구가 진행되고 있고 전자파 과민성에 대한 일관된 결과를 보여주지 못하고 있다. 뿐만 아니라 국내의 전자파 과민성 연구는 국외의 전자파 과민성 연구에 비하여 많이 부족한 실정이다. 따라서 국내에서도 전자파 과민성에 대한 단기간의 연구뿐만 아니라 장기간에 걸친 다양한 조건하의 많은 연구가 필요하고, 이를 토대로 자원자 연구의 노출 시간, 노출량, 측정 변수 및 자각 증상에 대한 질문 내용 및 방법 등의 연구 설계에 대한 표준화가 있어야 할 것이다. 그리고 전자파 과민성에 대한 관리와 치료를 위한 연구도 있어야 할 것이다. 전자파 과민성 연구 결과와 만약 그 원인이 심리적 이유로 판명되면 이를 홍보하여 전자파 과민성 환자의 심리적 안정을 꾀하고 전자파 노출로 인한 생리적 변화를 실제로 동반한다면 전자파 인체 영향 및 전자파 과민성에 대한 더 많은 대대적인 연구가 필요할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] A.F. Slater, C.S. Nobel, and S. Orrenius "The role of intracellular oxidants in apoptosis," *Biochim. Biophys. Acta*, 1271, pp. 59-62, 1995.
- [2] H Bohr , and J Bohr, "Microwave enhanced Kinetics observed in ORD studies of a protein," *Bioelectromagnetics*, vol21, pp. 68-72, 2000.
- [3] H Vartsch, C Bartsch, E Seebald, F Deerberg, K Dietz, L Vollrath, and D Mecke, "Chronic Exposure to a GSM-like Signal(Mobile Phone)," *Radiat Res*, 157, pp. 183-190, 2002.
- [4] C, Eulitz, "EEG changes in the left hemisphere during tone recognition in the presence of a phone field," *NeuroReport*, vol 9, pp. 3229-3232, 1998.
- [5] C.D.Cain, D.L. Thomas, and W.R. Adey, " 60Hz magnetic field acts as co-promoter in focus formation of C3H10T1/2 cells," *Carcinogenesis*, vol 14, pp. 955-960, 1993.
- [6] C.J. Mcbain, and M.L. Mayer, "N-methyl-D-aspartic acid receptor structure and function," *Physiol, Rev* 74, pp. 723-760, 1994.
- [7] A. Chiabrera, B bianco, E Moggia, and JJ Kaufman, "Zeeman-Stark modeling of the RF EMF interaction with ligand binding," *Bioelectromagnetics*, vol 21, pp. 312-324, 2000.
- [8] BL Cobb, JR Jauchem, PA Mason, MP Dooley, SA Miller, JM Ziriaux, and MR Murphy, " Neural and behavioral teratological evaluation of rats exposed to ultra-wideband electromagnetic

- fields," *Bioelectromagnetics* vol 21, pp. 524-537, 2000.
- [9] G. Ambrosio, R. Massa, M.R. Scarfi, and O. Zeni, "Cytogenetic damage in human lymphocytes following GSMK phase Modulated microwave exposure," *Bioelectromagnetics*, vol 23, pp. 7-13, 2002.
- [10] F.S. Barnes, "The Effects of ELF on Chemical Reaction Rates in Biological Systems," *Biological Effects of Magnetic and Electromagnetic Fields*, New York, Plenum Press, pp. 37-44, 1996.
- [11] P. Gos, B. Eicher, J. Kohil, and W.D. Heyer, "No Mutagenic or recombinogenic effects of mobile phone fields at 900 MHz detected in the yeast *saccharomyces cerevisiae*," *Bioelectromagnetics*, vol 21, pp. 515-523, 2000.
- [12] F.H. Grant, and R.E. Schlegel, "Effects of an increased air gap on the in vitro interaction of wireless phones with cardiac pacemakers," *Bioelectromagnetics*, vol 21, pp. 485-490, 2000.
- [13] H. Lai, and N.P. Singh, "Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells," *Bioelectromagnetics*, vol 16, pp. 207-210, 1995.
- [14] H.M. Lander, "An essential role for free radicals and derived species in signal transduction," *FASEB J*, vol 11, pp. 118-124, 1997.
- [15] J. D. Park, and N. Kim, "SAR analysis on human head caused by PCS handheld telephone," *BEMS 21th Annual Meeting*, pp. 166-167, 1999.
- [16] J. D. Saffer, and L. A. Profenno, "Microwave-specific heating



- affects gene expression," *Bioelectromagnetics*, vol 13, pp. 75–78, 1992.
- [17] J.L. Kirschvink, " Microwave absorption by magnetite : a possible mechanism for coupling nonthermal levels of radiation to biological systems," *Bioelectromagnetics*, vol 17, pp. 187–194, 1996.
- [18] R. Jech, K Sonka, A Nebuzelsky, J. Bohm, M. Juklickov, and S. Nevsimalova, "Electromagnetic field of mobile phones affects visual event related potential in patients with narcolepsy," *Bioelectromagnetics*, vol 22, pp. 519–528, 2001.
- [19] M. koivisto, C Haarala, CM Krause, A Revonsuo, M Laine, and H. Hamalainen, " GSM phone signal does not produce subjective symptoms," *Bioelectromagnetics*, vol 22, pp. 212–215, 2001.
- [20] RR. Tice, GG. Hook, M. Donner, DI. McRee, and AW. Guy, "Genotoxicity of radiofrequency signals. I. Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells," *Bioelectromagnetics*, vol 23, pp. 113–126, 2002.
- [21] G. James Rubin, J. D. Munshi, and S. Wessely, "Asystematic review of treatments for electromagnetic hypersensitivity," *Psychother Psychosom*, vol. 75, pp. 12–18, 2006.
- [22] M. C. Ziskin, "Electromagnetic hypersensitivity. A COMAR Technical Information Statement," 2002 *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, vol. 21, pp. 173–175, 2002.
- [23] J. Bergdahl, "Psychologic aspects of patients with symptoms presumed to be caused by electricity or visual display units," *Acta. Odontol. Scand.*, vol. 53, pp. 304–310, 1995.

- [24] L. Hillert, N. Berglind, B. B. Arnetz, and T. Bellander, "Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population based questionnaire survey," *Scand. J. Work Environ. Health*, vol. 28, pp. 33-41, 2002.
- [25] M. Roosli, M. Moser, Y. Baldinini, M. Meier, and C. Braun-Fahrlander, "Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure-A questionnaire survey," *Int. J. Hyg. Environ. Health*, vol. 207, pp. 141-150, 2004.
- [26] G. J. Rubin, J. D. Munshi, and S. Wessely, "Electromagnetic hypersensitivity: A systematic review of provocation studies," *Psychosom. Med.*, vol. 67, pp. 224-232, 2005.
- [27] L. Hillert, B. K. Hedman, B. F. Dolling, and B. B. Arnetz, "Cognitive behavioral therapy for patients with electric sensitivity - A multidisciplinary approach in a controlled study," *Psychother. Psychosom.*, vol. 67, pp. 302-310, 1998.
- [28] L. Hillert, P. Savlin, B. A. Levy, A. Heidenberg, and B. Kolmodin-Hedman, "Environmental illness-Effectiveness of a salutogenic group-intervention programme," *Scand. J. Public Health*, vol. 30, pp. 166-175, 2002.
- [29] G. Oftedal, A. Nyvang, B. and E. Moen, "Long-term effects on symptoms by reducing electric fields from visual display units," *Scand. J. Work Environ. Health*, vol. 25, pp. 415-421, 1999.
- [30] L. Hillert, B. Kolmodin-Hedman, P. Eneroth, and B. B. Arnetz, "The effect of supplementary antioxidant therapy in patients who report hypersensitivity to electricity: A randomized controlled trial," *Med. Gen. Med.*, vol. 3, pp. 11, 2001.

- [31] N. D. Giardino and P. M. Lehrer, "Behavioral conditioning and idiopathic environmental intolerance," *Occup. Med.*, vol. 15, pp. 519-528, 2000.
- [32] S. Lonne-Rahm, B. Andersson, L. Melin, M. Schultzberg, B. Arnetz, and M. Berg, "Provocation with stress and electricity of patients with sensitivity to electricity," *J. Occup. Environ. Med.*, vol. 42, pp. 512-516, 2000.
- [33] N. Leitgeb and J. Schrottner, "Electrosensibility and electromagnetic hypersensitivity," *Bioelectromagnetics*, vol. 24, pp. 387-394, 2003.
- [34] P. Levallois, "Hypersensitivity of human subjects to environmental electric and magnetic field exposure: a review of the literature," *Environ. Health Perspect.*, vol. 110, pp. 613-618, 2002.
- [35] L. Keisu, "Successful treatment of electricity hypersensitivity. The patient was assisted in curing himself," *Lakartidningen*, vol. 93, pp. 1753-1755, 1996.
- [36] U. Flodin, A. Seneby, and C. Tegenfeldt, "Provocation of electric hypersensitivity under everyday conditions," *Scand. J. Work Environ. Health*, vol. 26, pp. 93-98, 2000.
- [37] A. Nilsen, "Facial rash in visual display unit operators," *Contact Dermatitis*, vol. 8, pp. 25-28, 1982.
- [38] O. Johansson, "Hypersensitivity to electricity and sensitivity to mobile phones. Results from a double-blind provocation study of methodological character [Swedish Report] Stockholm," Department of Experimental Dermatology, Karolinska Institute,

1995.

- [39] A. Barth, L. Maritzak, E. Valic, C. Konnaris, and C. Wolf, "Pseudoangina caused by exposure to electromagnetic fields("electrosmog")," [German] Dtsch. Med. Wschr., vol. 125, pp. 830-832, 2000.
- [40] M. Hietanen, A. M. Hamalainen, and T. Husman, "Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: no causal link," Bioelectromagnetics, vol. 23, pp. 264-270, 2002.
- [41] W. J. Rea, Y. Pan, E. J. Fenyves, I. Sujisawa, N. Samadi, and G. H. Ross, "Electromagnetic field sensitivity," J. Bioelectricity, vol. 10, pp. 241-256, 1991.
- [42] T. Wang, "Sick building syndrome: a study of some contributing factors [Dissertation]," University of Surrey, 1995.
- [43] A. Wennberg, O. Franzen, and L. E. Paulsson, "Electromagnetic field provocations of subjects with "electric hypersensitivity." In: Simunic D, ed. COST 244 meeting on Electromagnetic Hypersensitivity," Graz., COST 244, pp. 133-139, 1994.
- [44] G. J. Rubin, J. D. Munshi, and S. Wessely, "A systematic review of treatments for electromagnetic hypersensitivity," Psychosomatic, vol. 67, pp. 1224-1232, 2005.
- [45] G. Oftedal, A. Straume, A. Johnsson and LJ Stovner, " Mobile phine headache : a double blind, sham controlled provocation study," Blackwell Publishing Ltd Cephalalgia, pp. 447-455, 2007
- [46] U Bergqvist, E Vogel, L Aringer, J Cunningham, F Gobba, N Leitgeb, L Miro, G Neubauer, I Ruppe, P Vecchia, C Wadman.

- "Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields; a report prepared by a European group of experts for the European Commission," DG V. Solna : Arbete och Halsa, 1997.
- [47] L Hillert, N Berglind, BB Arnetz, T Bellander. " Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population-based questionnaire survey," Scand J Work Environ Health, vol 28, pp. 33-41, 2002.
- [48] M Roosli, M Moser, Y Baldinini, C Barun-Fahrlander. "Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure-a questionnaire survey," Int J Hyg Environ Health, vol 207, pp. 141-50, 2004.
- [49] MC Ziskin. "Electromagnetic hyper sensitivity: a COMAR technical information statement," IEEE Eng Med Biol, vol 21, pp. 173-175, 2002.
- [50] S Gangi, O Johansson. "A theoretical model based upon mast cells and histamine to explain the recently proclaimed sensitivity to electric and/or magnetic fields in humans," Med Hypotheses, vol 54, pp. 663-671, 2000.
- [51] S Lonne-Rahm, B Andersson, L Melin, M Schultzberg, B Arnetz, M Berg. " Provocation with stress and electricity of patients with 'sensitivity to electricity'," J Occup Environ Med, vol 42, pp. 512-516. 2000.
- [52] N Leitgeb, J Schrottner. "Electrosensibility and electromagnetic hypersensitivity," Bioelectromagnetics, vol 24, pp. 387-394, 2000
- [53] P Levallois. "Hypersensitivity of human subjects to

- environmental electric and magnetic fields exposure: a review of the literature," *Environ Health Perspect*, pp. 613-618, 2002.
- [54] K Skyberg, K Skulberg, W Eduard, AI Vistnes, F Levy, P Djupesland. "Electric fields, dust and health problems among VDU-users in an office environment," An intervention program. *Advances Occup Ergonomics Safety*, vol 2 , pp. 81-83, 1998.
- [55] G Oftedal, AI Vistnes, K Rygge. "Skin symptoms after the reduction of electric fields from visual display units," *Scan J Work Environ Health*, vol 21, pp.335-344, 1995.
- [56] G Oftedal, A Nyvang, BE Moen. "Long-term effects on symptoms by reducing electric fields from visual display units," *Scan J Work Environ Health*, vol 25, pp. 415-421, 1995.
- [57] J. Bergadahl, " Psychologic aspects of patients with symptoms presumed to be caused by electricity or visual display unit," *Acta Odontol Scand*, vol 53, pp. 304-310, 1995
- [58] GJ. Rubin, J. Das Munshi, and S. Wessley, " Electromagnetic hypersensitivity : A systematic review of provocation studies," *Psychosom Med*, vol 67, pp. 224-232, 2005.
- [59] P. Henningsen, and S. Priebe, "New environmental illnesses : What are their characteristics?," *Psychother Psychosom*, vol 72, pp. 231-234, 2003.
- [60] K. Kroenke, and R. Swindle, " Cognitive behaviral therapy for somatization and symptom syndromes : A critical review of controlled clinical trials," *Psychother Psychosom*, vol 69, pp. 205-215, 2000.
- [61] AC. Blomkvist, and S. Almgren, " Hypersensitivity to electricity

- and preferred remedial measures : Work with display unit'94 : selected papers of the fourth international scientific conference on work with display unit," Elsevier Science, pp. 351-356, 1995.
- [62] L. Hillert, BK. Hedman, BF. Dolling, and BB. Amets, "Cognitive behavioral therapy for patients with electric sensitivity - A multidisciplinary approach in a controlled study," *Psychother Psychosom*, vol 67, pp. 302-310, 1998.
- [63] B. Anderson, M. Berg, BB. Amets, L. Melin, I. Langlet, and S. Liden, " A cognitive behavioral treatment of patients suffering from ' electric hypersensitivity ' : Subjective effects and reactions in a double blind provocation study," *J Occup Environ Med*, vol 38, pp. 752-758, 1996.
- [64] U. Harlacher, " Hypersensitivity : An Explanatory model, some characteristics of sufferers and effects of psychological treatment with cognitive behavioral methods(in Swedish)," University of Lund, 1998.
- [65] L. Hiller, P. Savlin, A. Heidenberg, B. Kolmodin-Hedman and BA. Levy, " Environmental illness effectiveness of a salutogenic group intervention programme," *Scand J Public Health*, vol 30, pp. 415-421, 1999.
- [66] G. Abraham, " Synchrotron scalar synchronizers potential shields against electromagnetic pollution," Torrance, Optimox, 1998.
- [67] L. Hillert, B. Kolmodin-Hedman, P. 뽇개소, and BB. Ametz, " the effect of supplementary anti oxidant therapy in patients who report hypersensitivity to electricity : A randomized controlled trial," *Med Gen Med*, pp. 3-11, 2001.

- [68] BB. Arnetz, M. Berg, I. Anderzen, T. Lundeverg, and E. Haker,  
" A nonconventional approach to the treatment of environmental  
illness," Occup Envirion Med, vol 37, pp. 838-844, 1995
- [69] ND. Giardino, and PM. Lehrer, " Behavironmental intolerance,"  
Occup Med vol 15, pp. 519-528, 2000
- [70] 전자파가 인체에 미치는 영향 및 인체보호기준 연구, 한국무선국관  
리사업단, 1997.
- [71] <http://www.who.int/peh-emf/project/en/>
- [72] <http://www.cost281.org/over.php>
- [73] <http://www.emf.or.kr>



부록 I 전자파 과민성 질문지  
(Development and Evaluation of the  
Electromagnetic Hypersensitivity Questionnaire)

다름의 질문들을 주의 깊게 읽고 가장 맞는 응답의 네모 칸에 X 표시를 하시오.

인명 정보:

나이(박스에 당신의 나이를 기재하십시오): □□

성별(적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오):

남성 □          여성 □

인종(적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오):

|          |   |         |   |        |   |
|----------|---|---------|---|--------|---|
| 영국 백인    | □ | 인도인     | □ | 파키스탄인  | □ |
| 영국계 아시아인 | □ | 아일랜드인   | □ | 혼혈인    | □ |
| 중국인      | □ | 영국 흑인   | □ | 카리브 흑인 | □ |
| 유럽 백인    | □ | 아프리카 흑인 | □ | 기타     | □ |

(진술하십시오): \_\_\_\_\_

혼인 상태(적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오):

|    |   |    |   |    |   |
|----|---|----|---|----|---|
| 미혼 | □ | 기혼 | □ | 동거 | □ |
| 이혼 | □ | 별거 | □ | 사별 | □ |

직업(적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오):

시간제 근무 ☐ 전일제 근무 ☐ 자영업 ☐ 자원봉사 ☐  
 가사 ☐ 무능력 ☐ 실업 ☐ 퇴직 ☐  
 시간제 교육 ☐ 전일제 교육 ☐ 실습 ☐

대략, 일주일에 몇 시간 정도 일을 하고, 자원봉사 또는 공부를 하십니까?

(적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오):

0시간 ☐ 1-10시간 ☐ 11-20시간 ☐  
 21-30시간 ☐ 31-40시간 ☐ 40시간 이상 ☐

## 1항 : 증상과 원인

다음의 증상 중에서 현재 어느 증상을 심각하게 겪고 있습니까?

(각각의 증상마다 적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오):

|            | 그렇지<br>않다                | 약간<br>그렇다                | 보통이다                     | 그렇다                      | 매우<br>그렇다                |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 알레르기    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 정서불안    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. 천식      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. 요통      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. 좋지 않은 맛 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. 피부 물집   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. 흐린 시야   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. 호흡곤란    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. 심장 통증   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. 가슴 통증  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|              |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 11. 식은땀      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. 우울증      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. 집중력의 저하  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. 주의산만     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. 소화불량     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. 방향감각 혼란  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. 현기증      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. 마른기침     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 19. 피부 건조    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20. 우둔한 두통   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 21. 기진맥진     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 22. 안구 트러블   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 23. 피부 트러블   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 24. 피로       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 25. 멍함       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 26. 두통       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 27. 두근거림     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 28. 머리 중압감   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 29. 고혈압      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 30. 목마름      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 31. 후각 감소    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 32. 미각 감소    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 33. 식욕 감소    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 34. 기억력 난조   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 35. 편두통      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 36. 근육 긴장    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 37. 근육 약화    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 38. 메스꺼움     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 39. 귀 통증     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 40. 관절 통증    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 41. 피부 쓰림/통증 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|                    |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 42. 머리 후끈거림/<br>통증 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 43. 귀 압력 현상        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 44. 귀 울림 현상        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 45. 콧물/코막힘         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 46. 심한 두통          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 47. 아픔             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 48. 피부 후끈거림        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 49. 피부 자극          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 50. 피부 마비          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 51. 피부 뻘루지         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 52. 피부 홍화          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 53. 피부 부어오름        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 54. 수면 장애          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 55. 스트레스           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 56. 얼얼한 느낌         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 57. 귀 후끈거림         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

위에 열거한 증상들의 발생과 노출 사이에 연관성이 있다고 믿으시나요?  
: (적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오)

|                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 58. 컴퓨터             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 59. 전자장비            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 60. 형광등             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 61. 전자렌지            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 62. 핸드폰             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 63. 전력선             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 64. 라디오/TV 송수<br>신기 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 65. 통신전주            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 66. 텔레비전            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

67. 당신은 전자기장에 예민하시나요?(예 : 텔레비전, 컴퓨터, 핸드폰 등과 같은 전자 장비에 의해 생성되는 무선 주파수와 자기장)

: (적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오)

그렇지 않다 ☐ 약간 그렇다 ☐ 보통 ☐ 그렇다 ☐ 매우 그렇다 ☐

68. 만약 당신이 전자기장에 예민하다면, 전자기장에 노출 되었을 때 당신이 경험한 증상은 무엇이며 어떤 장비(즉 컴퓨터, 핸드폰, 전력선, 통신전주)가 가장 심한가요?

69. 당신은 전에 심한 전기적 충격을 받은 적이 있나요?(예 : 꺼진 주전원, 전구, 다리미, 전기 차폐물) : (적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오)

있다 ☐ 없다 ☐

70. 정전기 충격 상태를 얼마나 자주 경험하나요? (예 : 금속, 차문 등)

전혀 없다 ☐ 한 달에 1회 이하 ☐ 일주일에 1회 이하 ☐

일주일에 1회 이상 ☐ 하루에 수차례 ☐

## 2항: 일반 건강 정보

다음을 읽고 당신에게 가장 알맞은 네모 칸에 X표시를 하시오.

1. 현재 건강에 대한 당신의 상태를 설명한다면?

좋지 않다 ☐ 약간 좋지 않다 ☐ 보통 ☐ 좋다 ☐ 매우 좋다 ☐

2. 평상시 당신의 건강을 설명한다면?

좋지 않다 ☐ 약간 좋지 않다 ☐ 보통 ☐ 좋다 ☐ 매우 좋다 ☐

3. 밤에 수면 후 개운한 느낌이 드나요?

전혀 아니다 ☐ 약간 그렇다 ☐ 보통 ☐ 그렇다 ☐ 매우 그렇다 ☐

4. 심장병, 당뇨병, 암 등과 같은 만성적인 질병으로부터 고통을 겪고  
있나요? (적절한 네모 칸에 X 표시를 하시오)

그렇다 ☐

아니다 ☐

만약 그렇다면, 자세히 기재하십시오:

## 부록 II 전자파 민감성에 관한 설문지 (Treatment protocols for people affected by EMF)

-이름 : \_\_\_\_\_ 주소 : \_\_\_\_\_ 전화번호 : \_\_\_\_\_  
-일시 : \_\_\_\_\_ ☐정상인 ☐환자 환자번호 : \_\_\_\_\_  
(관계있는 부분에 표시해주세요)

### 1. 가족사항

- 성별 : ☐남성 ☐여성
- 생년월일 : \_\_\_\_\_
- 자녀 : ☐있음 ☐없음 자녀의 수: \_\_\_\_\_
- 주거지의 거주자 수  
☐ 0~99명  
☐ 100~999명  
☐ 1000~9999명  
☐ 10000~99999명  
☐ 100000~499999명  
☐ 500000~999999명  
☐ 1000000명 이상
- 성장 환경 : ☐시골 ☐도시
- 직업 : \_\_\_\_\_
- 부모의 직업 : \_\_\_\_\_

### 2. 직장 환경

- 일터에서의 전자장 유무 : ☐있다 ☐없다  
만일 있다면, 전계강도는 : \_\_\_\_\_
- 하루 동안 영상표시장치(VDT)/브라운관 디스플레이 장치(VDU)

에서 머무는 시간

☐ 1 시간가량

☐ 1 ~ 5 시간

☐ 5 시간 이상

- 평소에 또 다른 전자 장치 사용 유무 : ☐ 있다 ☐ 없다  
만일 있다면, 상세하게 설명하십시오
- 
- 

작업환경이 양호하다 : ☐ 그렇다 ☐ 아니다

### 3. EMF-과민증

- 당신의 생각에 당신은 EMF에 민감합니까?

☐ 그렇다 ☐ 아니다

만일 그렇다면, 언제 그런지 상세하게 서술하십시오:

---

TV나 라디오를 사용할 때 : ☐ 그렇다 ☐ 아니다

가전제품을 사용할 때 : ☐ 그렇다 ☐ 아니다

직장에서 : ☐ 그렇다 ☐ 아니다

- 당신은 밤에 전자장에 노출됩니까? ☐ 그렇다 ☐ 아니다

만일 그렇다면 어떤 소스에 의한 건지 상술하십시오:

---

- 당신의 생각에 당신은 소극적인 사람입니까?

☐ 그렇다 ☐ 아니다



- 당신은 기술적인 질문에 관심이 있습니까?

☐그렇다      ☐아니다

- 만일 그렇지 않다면, 삶에서 기술적면에 대해 부정적입니까?

☐그렇다      ☐아니다

-당신은 EMF-민감증에 관해 기본적인 지식이 있습니까?

☐전혀 없다      ☐약간 있다      ☐많다

- 당신은 EMF-민감증에 관하여 어디에서 기본 지식을 얻었습니까?

---

- 당신은 이전에 전자장과 당신의 신체상의 영향 때문에 전문의나 의사에게 진찰을 받아본 적이 있습니까?

☐그렇다      ☐아니다

- 당신은 이전에 전자장과 당신의 신체상의 영향 때문에 심리학자에게 진찰을 받아본 적이 있습니까?

☐그렇다      ☐아니다

- 당신은 이전에 전자장과 당신의 신체상의 영향 때문에 건축 전문가(필드 측정 포함)에게 자문을 구한 적이 있습니까?

☐그렇다      ☐아니다

만일 그렇다 라면, 필드 노출량이 측정되었습니까?

☐그렇다      ☐아니다

만일 그렇다 라면, 전계강도는 얼마입니까? \_\_\_\_\_

- 당신은 이전에 전자장과 당신의 신체상의 영향 때문에 다른 전문가에게 상담을 받아본 적이 있습니까?

☐그렇다                      ☐아니다

만일 그렇다 라면, 어떤 전문가였습니까? \_\_\_\_\_

#### 4. 정신적인 의학 검사

- 당신이 겪고 있는 질병은?

|                               |                                  |                              |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 당뇨병  | <input type="checkbox"/> 백혈병     | <input type="checkbox"/> 암   |
| <input type="checkbox"/> 고혈압  | <input type="checkbox"/> 저혈압     | <input type="checkbox"/> 통풍  |
| <input type="checkbox"/> 습진   | <input type="checkbox"/> 류마티스    | <input type="checkbox"/> 뇌종양 |
| <input type="checkbox"/> 피부발진 | <input type="checkbox"/> 또 다른 종양 |                              |

- 당신은 알레르기를 걸려본 적이 있습니까?

☐그렇다                      ☐아니다

만일 그렇다 라면 어떤 종류입니까? \_\_\_\_\_

- 당신의 가족원 중에서 이전에 이러한 질병을 걸려본 일이 있습니까?

☐그렇다                      ☐아니다

만일 그렇다면 어떤 질병입니까? \_\_\_\_\_

- 당신의 가족은 꽤 빈번하게 다른 질병들이 발생합니까?

☐그렇다                      ☐아니다

만일 그렇다면 어떤 질병입니까? \_\_\_\_\_

- 당신의 가족 중에 정신적 질병을 겪어본 적이 있습니까?

☐그렇다                      ☐아니다

만일 그렇다면 어떤 질병입니까? \_\_\_\_\_

-당신은 규칙적으로 약을 투여합니까?

☐그렇다                      ☐아니다

만일 그렇다면 어떤 종류의 약입니까? \_\_\_\_\_

## 5. 생리적 증상

- 당신은 종종 피곤/피로를 느끼십니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 종종 집중력 부족으로 겪으십니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 종종 수면장애를 겪으십니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 종종 과민성/신경과민을 겪으십니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 의식혼란을 겪으십니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 머리가 붓는 느낌을 받습니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 두통으로 인해 고통을 받습니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 눈의 고통을 받습니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 등 통증으로 고통을 받습니까?

☐그렇다                      ☐아니다

- 당신은 이러한 병이 EMF-민감증으로 인한 것이라고 생각하십니까?

☐그렇다                      ☐아니다

만일 그렇다면 어떠한 병이니 질병이 그런다고 생각하는지 상술하시오

## 6. 심리적 증상

- 당신은 우울증으로부터 고통을 겪습니까?

☐전혀 아니다

☐가끔 겪는다

☐자주 겪는다

- 당신은 악몽이나 환각으로 인해 고통을 겪습니까?

☐전혀 아니다

☐가끔 겪는다

☐자주 겪는다

- 당신은 노이로제로 인해 자주 고통을 겪습니까?

☐전혀 아니다

☐가끔 겪는다

☐자주 겪는다

**당신의 도움에 매우 감사드립니다!**