

I. 서론 및 역학적 평가 방법

인간은 누구나 끊임없이 환경과 상호작용을 하며 살아간다. 따라서 우리는 인간의 건강수준이 환경 중의 여러 요인들과 밀접한 관계를 갖으리라는 심증을 쉽게 가질 수 있다. 인간의 건강장애는 환경이 외에도 여러 가지 조건, 즉 생물학적 요인이나 유전적 요인 그리고 생활양식이나 식생방법, 지리·기후적 특성 등과도 관련이 있다. 그런 까닭에 앞에서 열거한 여러 요인을 고려하고 특정한 건강장애에 대한 환경요인의 기여도를 평가하는 작업이 쉽지 않다.

환경보건의 차원에서 질병과 환경요인과의 연관성을 평가하기 위해서는 관심있는 질병이나 건강장애에 대한 조사자료를 확보하여야 함과 동시에 의심되어지는 환경요인으로부터 폭로되는 노출량의 정확한 평가가 수행되어야 한다. 기존의 전통적인 보건학 연구가 질병으로부터 연구의 틀과 범위 등을 개발한데 반하여 근래의 환경보건연구에서는 환경요인 및 이에 대한 평가의 질에 따라 연구의 방향과 결과 해석의 범위가 결정된다. 그런 점에서 환경 관련 연구에서 궁극적으로 중요시 되는 분야가 바로 환경노출 평가가 된다. 전자파의 건강영향과 관련하여서도 신뢰성과 타당도를 지니는 인체노출평가가 연구의 질 향상에 큰 영향을 끼친다. 사람들은 항상 누구나 자연적인 조건 또는 인위적인 환경에 노출되는 결과 여러 형태의 방사선에 일정량 폭로되고 있기 때문에 방사선은 환경보건 분야에 있어

서 주요한 물리적 인자로서 산업장 또는 일반 환경 중에서 수시로 측정되어지는 중요한 대상이다.

일반인들에게 주요한 관심의 초점은 전자파 노출로 인한 암발생과 관련이 있으며, 이와 같은 경향은 크게 작업장 폭로 또는 일반 거주환경과 관련된 역학연구와 어린 아이를 대상으로 한 역학연구 결과를 통하여 상관성이 제안된 뒤로 널리 알려졌다. 이들 연구들을 종합한 결과로서 지금까지의 극저주파(0~10⁹ Hz) 전자파의 암발생에 기여하는 기전은 initiator가 아니라 promotor이라는 것이다. 그러나 일반적인 역학연구가 그렇듯이 대부분의 관련 연구가 생물학적 이론이나 근거가 미미하기 때문에 인과성 확인이 매우 어렵다. 이런 이유로, 보건 행정가나 관련인들이 여하한 결론을 내리기 위한 공론형성이 쉽지 않다. 1965년 Hill의 논문(Hill, 1965)에서는 인과성 검토를 위한 사항을 <표 1>과 같이 열거하였으며, 이 후 대부분의 연구결과는 이에 따라 해석하고 적용범위를 정하고 있다.

전자파 연구와 관련하여서도 위에서 제시된 여덟 가지 사항에 비추어 결과를 해석하여야 할 것이다. 한편 전자파의 건강영향평가를 비롯한 대부분의 역학연구에서는 상관성의 정도를 '위해도'라는 수치로 표현한 뒤에 각각의 노출집단이나 위해요인의 정도에 따라 이 위해를 비교하여 평가한다. 이때 비교값을 '상대위험(해)도'라고 하는데 아래의 <표 2>에 따라 표기된다.

따라서 위의 식으로부터 상대위험도(RR)를 구하여 폭로군과 비폭로군에 있어서의 위험도를 비교하

〈표 1〉 Hill(1965)이 제안한 인과성 검증을 위한 고려사항

1. 상관성의 정도 (Strength of association)	역학 연구에서 상관성의 크기를 표시하는 ‘질병 발생위험도(Ratio of incidence rates; Relative risks)’로서 상관성 정도를 평가한다.
2. 일관성 (Consistency)	동일한 상관성이 여타의 인구집단이나 시기, 장소를 대상으로 한 연구에서 평가되어야 한다.
3. 특이성 (Specificity)	연구대상의 위해요인에 대하여 비특이적인 여러 건강장애가 나타나기 보다는 특이적으로 한가지 유형의 건강장애가 나타난다.
4. Temporality	원인이 결과에 우선하여야 한다.
5. 용량반응 관계 (Biologic gradient; Dose-response relationship)	위해요인의 양적 수준과 건강장애의 양상이 용량반응의 관계를 보여야 한다.
6. Biologic plausibility and coherence	기존의 밝혀진 이론의 틀과 크게 벗어나지 않아야 한다.
7. 실험적 증거 (Experimental evidence)	항상 일치하는 것은 아니지만 동물실험 등의 결과와 동일한 효과를 보인다.
8. 상이성 (Analogy)	대상이 되는 물질 또는 요인과 비슷한 화학구조 또는 성질을 지닌 다른 요인으로 인한 건강장애의 기전이 알려져 있다.

〈표 2〉 위해도 산출을 위한 2×2 표와 관련 식

	Disease / Death		Total
	Yes	No	
Exposed	a	c	n
Non-exposed	b	d	m

$Risk_1 = \frac{a}{n}$ -- 폭로군에서의 질병(사망) 위해도
 $Risk_2 = \frac{b}{m}$ -- 비폭로군에서의 질병(사망) 위해도
 상대위험도 (Relative Risks) = $\frac{Risk_1}{Risk_2} = \frac{a/n}{b/m}$

여 폭로요인에 의한 질병(사망)의 연관성을 측정하게 된다. 예를 들어 전자파에 일정량 노출된 집단에서 뇌암 발생률(위해도)이 전자파에 노출되지 않은 집단에서의 발생률보다 크다면(이 경우 상대위험도는 1보다 큰 값을 보이게 된다.) 전자파 노출과 뇌암 발생의 상관성을 생각할 수 있다. 두 집단에 있어서 암 발생에 차이가 없다면 상대위험도는 1에 근사한 값이 될 것이다. 이 경우 정확하게 위험도를 산출하는 것이 매우 중요하게 되는데, 이와 관련하여서 역학연구에서는 〈표 3〉과 같은 세가지 유형의

〈표 3〉 역학연구에서 고려하는 ‘편견(bias)’의 유형과 정의

Types of bias	정 의
선택편견 (Selection bias)	모집단으로부터 연구를 위한 표본선정 시 연구표본의 특성이 목표로 하려는 모집단의 특성과 일치하지 않을 때 생기는 편견
정보편견 (Information bias)	분석을 위한 자료의 측정, 정보의 수집 시 발생하는 오류
혼란편견 (Confounding bias)	연구대상인 exposure의 health end-point 영향을 보는데 있어서 외부적인 변수가 작용하여, 실제 영향을 왜곡시키는 편견

bias를 고려하여 타당도를 검증한다. 전자파 관련 연구의 해석시에도 이와 같은 bias의 가능성을 의심하고 객관적인 태도로 분석하여야 할 것이다.

II. 전자파 건강영향의 유형

전자파의 건강영향을 평가하는데는 다음과 같은 세가지 부분으로 나누어 볼 수 있다. 첫째는 *in vitro* 실험을 통한 세포수준에서의 연구가 되겠으며, 두 번째 경우는 동물이나 사람을 대상으로 한 임상실험이 있을 수 있다. 마지막으로 기존에 수행되었던 역학연구 결과를 검토하여 전자파 노출로 인한 인체 건강영향에 대하여 정리하도록 한다.

2-1 세포수준에서의 연구

제일 먼저 제안되는 영향으로는 이온류나 단백질류의 세포막 통과에 영향을 미치는 것이다. 세포의 성장이나 생리활동에 있어서 칼슘이온(Ca^{2+})의 역할이 매우 크며 60 Hz 전자파에 노출되었을 때 칼슘이온의 방출량이 비선형적 영향을 받는 것으로 알려졌다.

전리방사선에 폭로된 경우 유전인자의 합성이나 복사에 있어서의 염색체 이상이 관측되기도 하였다. 그러나 저주파 전자파의 경우는 DNA의 구조를 변형시킬 정도로 충분한 에너지를 갖지 못한 것으

로 알려져 있다. 전자파 영향에 대한 연구로서 내분비 호르몬과 연관된 연구결과를 보면 아직 결정적으로 이렇다 할 만한 수준의 연구가 수행되어 있지 못하다. 그 이외에도 신경계 및 면역반응 등에 있어서 몇몇 연구가 진행되었으나 관심을 끌 만한 결과는 제시하지 못하고 있다. 따라서 대부분의 실험결과가 유의한 결과를 보이지 못하고 있으나 <표 4>에서는 명확하지는 않지만 가능한 영향에 대한 것을 정리하여 보여준다.

2-2 동물 및 임상실험

전자파 노출에 대한 동물 및 임상실험의 결과는 전자파 자극에 대하여 실험동물의 발육, 심장박동, 눈의 자극, 뇌파 등에 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 설파(Phosphene)은 빛 이외의 자극에 의해 생기는 비정상적인 시각 현상으로 하얀 빛이 깜박거리며 나타나는 시각적 장애이다. 이 현상은 눈을 감고 있을 때에도 각막조직의 자극에 의해 나타나는 현상이다. Rat이나 swine 등에서는 행동의 변화가 관찰되었으며 생식이나 발육에도 영향을 받는 것으로 보고되었다. 요약하면 *In vitro* 연구에서 전자파노출이 세포내 이온물질의 이동에 영향을 미치는 것이 밝혀졌으나 genotoxicity에 대해서는 아직 보고되지 않고 있다. 동물연구에서는 행동양식이나 멜라토닌과 같은 호르몬 발생량 또는 농도, 눈의 자

<표 4> 전자파 노출 영향평가의 세포 수준 실험 결과*

실험조건	결 과	비 고
칼슘이온의 방출	특정한 주파수·세기에서 방출에 영향을 받음.	유의성이 명확하지는 않으나 전자파의 세기에 비례하여 영향이 커짐을 뜻하지는 않음.
염색체 이상	염색체에 이상이 관찰되지 않음.	암발생의 유발자(initiator)가 아님.
DNA 합성 속도	합성 속도에 변화가 관찰	극저주파 교류자장은 세포반응 속도에 영향을 미칠 수 있음.
RNA 전사	전사속도에 변화	초기세포반응의 속도에 영향을 미침.

* 자료원 : U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *Biological Effects of Power Frequency Electric & Magnetic Fields-Background Paper*, OTA-BP-E-53, 1989, p 34.

극 등에 영향을 끼치는 것이 일관되게 보고되고 있으나 생식이나 성장 또는 암 발생에 있어서는 아직 확실적인 증거가 없이 일관된 연구결과를 보이지 않는다.

2-3 발암성에 대한 역학적 증거

발암성과 관련된 역학연구는 주로 거주환경과 관련하여 송전선로를 발생원으로 고려한 연구와 직장 근로자를 대상으로 한 연구로 크게 구분할 수 있다. 특히 송전선로와 관련한 연구는 연구 대상인이 성인을 대상으로 한 것과 아동들에 대한 역학연구로 나눌 수 있다.

1) Residential exposures and childhood cancer

지금까지의 역학연구는 주로 거주지역 특성과 연관된 전자파 노출과 아동에 있어서의 암 발생에 그 초점을 맞추어 진행되어 왔으며, 이 때 관심있는 암의 종류로는 백혈병, 뇌암이다. 미국과 스웨덴에서의 연구결과를 보면 백혈병의 경우 1.5에서 3 배 가량의 발암 위험성이 증가하였던 것으로 나타났었다(Wertheimer & Leeper, 1979; Savitz et al., 1988; London et al., 1991; and Feychting & Ahlbom, 1992). 뇌암의 경우도 여러 논문에서 유의한 상관성이 있음을 보이고 있다(Wertheimer & Leeper, 1979; Savitz et al., 1988; Tomenius, 1986). 그러나 한편 Fulton 등(1980)의 연구에서는 이와 같은 증거를 보이지 않고 있으며 특정적으로 백혈병(Tomenius, 1986)이나 뇌암(Feychting & Ahlbom, 1992)에 대하여 연구 초점이 맞추어진 경우도 유의한 상관성을 밝히지 못하고 있다. 이러한 연구들이 갖는 문제점으로는 대조군 선정시 있는 '선택편견'을 들 수 있다.

이러한 연구의 발단은 1979년 미국 콜로라도주의 덴버시에서 이루어진 환자-대조군 연구(Wertheimer & Leeper, 1979)로부터 이루어졌다고 할 수 있다. 이 연구에서는 암으로 사망한 344명의 아동과

동일한 수의 대조군 아동을 대상으로 이들의 거주지 특성에 따른 비교를 통하여 분석하였다. 노출의 경우 직접적인 전자파 노출 평가는 이루어지지 않았으며, 대신 wiring configuration code에 따라 연구대상 아동의 폭로량을 분류하였다. 이 연구에서 연구자들이 가정한 것은 외부의 전선을 흐르는 전류가 근처 가옥 내부의 자기장에 영향을 미치는 것으로 하였다. 이 때 전기장의 경우는 나무나 기타 건물 벽 등에 의하여 효과적으로 차폐가 되기 때문에 자기장에 대한 영향만을 고려한 것이다. 따라서 본 연구에서는 가옥밀집도에 따른 전류량의 정도와 전기선으로부터의 거리에 근거하여 고노출과 저노출 집단으로 나누어 분석하였다. 이 연구결과를 보면 고노출로 분류된 아동이 저노출로 분류된 아동보다 암발생이 약 2배 내지 3배 가량 높게 나타났으며, 이러한 결과는 암의 종류나 성별 또는 아동의 연령에 관계없이 공통적으로 나타났다. 그러나 이 연구가 갖는 제한점은 노출군을 분류하는 조사자가 분류대상 아동의 사망 상태에 대한 사전정보를 파악한 상태에서 분류하였기 때문에 이와 같은 positive association이 나타났을 수 있다는 것이다. 그러나 그 이후 이루어진 일련의 연구들(Savitz et al., 1988 in Denver; London et al., 1991 in LA; and Tomenius, 1986 in Stockholm)에서는 이런 점이 개선되었음에도 불구하고 positive associations의 결과를 보일 수 있었다는 점은 시사하는 바가 크다.

그 이외에도 고려할 bias로서 혼란변수는 우선 사회경제적 요인을 들 수 있다. 일반적으로 고압선이 지나가는 지역은 거주지역으로서는 바람직하지 않으며, 그로 인하여 경제적 상태가 상대적으로 낮은 지역이다. 이와 같은 점이 시사하는 것은 아동의 암 발생이 고압선에서 발생하는 전자파에 의한 것이기 보다는 이와 상관한 사회경제적 요인, 즉 빈곤과 관련하여, 불충분하거나 불균형적인 영양섭취나 crowding 또는 기타 도시 오염물질들에 의한 것과 상관관계가 있을 수도 있다는 것이다.

또한 어린 아이에게서 발생하는 암의 기전이 명확히 밝혀지지 않은 점 때문에 이 부분의 연구가 어렵게 되는 것이 있다. 설문면접을 통하여 다양한 potential risk factors들에 대한 자료를 수집하여 분석에 적용한 Savitz(1988) 등과 London(1991) 등의 연구 결과를 보면 유의한 혼란변수가 없는 것으로 나타났다. 1990년 Savitz 등의 연구를 보면 전기기구의 사용과 암 발생이 상관성이 있음을 보이고 있다. 즉 수태기간이나 유아기 때 전기담요의 사용으로 인한 노출과 관련하여 아동시기의 암 발생이 유의하게 증가됨을 보여준다. London(1991) 등의 연구에서도 흑백 TV나 머리 건조기는 아동의 백혈병 발생과 관련이 있음을 암시하고 있다.

2) Residential exposures and adult cancer

전자파 노출로 인한 성인의 암 발생에 대한 연구는 아동의 경우와 같이 큰 관심을 받지는 못하였다. 이 부분에 대한 연구도 1982년 Wertheimer와 Lee-

per의 연구 결과로 인하여 관심을 끌기 시작하였다. 이 이후 성인 백혈병 발생과 거주지 특성으로 노출 분류를 한 경우 유의한 결과를 보이지 않고 있다 (Severson et al., 1988; Coleman et al., 1989; McDowall, 1986). 대부분의 연구들은 아동을 대상으로 한 연구와 비슷하지만 주로 negative results를 보이고 있다.

3) Occupational exposure and adult cancer

직업력과 연관된 연구는 residential exposure의 연구와는 독립적으로 진행되었다. 1982년 Milham은 *New England Journal of Medicine*에 기고한 글에서 electric workers의 경우 백혈병의 proportionate mortality가 다른 직업군에 비해 큰 것을 지적하고 직업적 전자파 폭로로 인한 백혈병 발생의 증가를 암시하였다. 그 이후 여러 건의 역학연구가 수행되었으나 일관된 결과를 보이고 있지 않으나 전자파 폭로로 인한 백혈병 발생은 특히 급성 골수성

〈표 5〉 전기근로자의 폭로유형별 연구 결과 (Savitz, 1987)

직업유형	총 백혈병		급성 백혈병		Acute myelogenous leukemias	
	RR ¹	95 % CI ¹	RR	95 % CI	RR	95 % CI
전기기구 조립공	2.4	(1.0, 4.8)	-		-	
알루미늄 공장 근로자	1.9	(1.2, 2.9)	2.6	(1.3, 4.6)	-	
전화교환수	1.8	(1.4, 2.6)	2.1	(1.3, 3.3)	2.6	(1.4, 4.4)
전동차 운전기사	1.7	(0.7, 3.3)	-		-	
발전소	1.6	(0.8, 3.0)	2.2	(0.6, 5.7)	-	
전기기능공	1.3	(0.9, 1.8)	1.8	(1.0, 3.0)	1.9	(0.8, 3.8)
전선기술자	1.3	(1.0, 1.6)	1.7	(1.1, 2.5)	2.5	(1.1, 4.9)
전기 및 전자 공학자	1.2	(1.0, 1.5)	1.8	(1.2, 2.3)	1.9	(1.3, 2.7)
전기기술자	1.1	(0.9, 1.2)	1.1	(0.9, 1.4)	1.0	(0.7, 1.5)
영화촬영기사	1.1	(0.5, 2.2)	1.2	(0.1, 4.5)	-	
전화 수리공	0.9	(0.6, 1.2)	1.1	(0.6, 1.8)	1.0	(0.4, 1.8)
용접공	0.9	(0.7, 1.2)	1.0	(0.7, 1.5)	1.7	(0.5, 4.5)

¹RR: Relative Risks, 상대위험도; CI: 신뢰구간

백혈병에 특이적인 것으로 추측되고 있다. <표 5>는 Savitz(1987)가 정리한 산업장 근로자의 전자파 노출과 관련한 백혈병 발생의 상대위험도를 직업군별로 표시한 것이다. 직업력과 관련하여 백혈병 이외에 뇌암이나 중추신경계 암 발생이 보고되고 있으며 이에 대하여 Lin(1985)과 Thomas(1987)의 연구결과가 있다. 그 중에서 Lin(1985)의 연구결과는 통계적으로 유의하였으며 용량-반응 관계도 보였던 연구이다.

그러나 직업군에 따른 폭로량의 추정이 대부분 근로자나 환자 본인의 신고에 의한 것이며 또한 직업년수나 과거 폭로 가능성에 대한 타당한 평가가 부족한 형편이다. 또 다른 연구의 제한점은 직장근로자를 대상으로 하였을 때 전자파 이외의 근로조건과 관련한 유기용제나 중금속과 같은 다른 발암요인에 의한 영향이 고려되지 않았다는 것이다.

위에서 언급하였던 바와 같이 전자파 노출과 암 발생에 대한 연구는 미국 덴버시에서 수행되었던 아동대상의 암 연구로부터 시작되었던 것이다. 조심스럽게 계획된 많은 연구가 진행되었지만 지금까지의 연구 결과들은 일관성 없이 서로 상반된 결론을 보여주고 있다. 일반적으로 역학연구가 실험실이나 동물실험과 비교하여 갖는 장점의 하나는 연구대상이 사람을 대상으로 한다는 것이다. 따라서 세포수준의 현상을 동물에게 더 나아가 사람에게까지 외삽하여야 하는 과정이 생략될 수 있다. 그런 반면에 전자파 연구와 관련한 대부분의 연구는 후향적 연구 방법이며 혼란변수에 대한 적절한 통제가 이루어지지 않았기 때문에 결과의 타당도가 떨어진다. 또한 암 발생의 희귀성으로 인하여 적절한 수준의 표본수를 확보하지 못하는 것과 관련하여 통계적 검정력에 문제가 있다. 과학적인 인과성의 확인은 보다 정밀하고 전향적인 연구가 수행되어야 할 것이지만 공중보건의 측면에서는 다중의 건강에 방의 측면에서 깊은 관심을 기울여야 할 부분이라고 할 수 있다.

4) 기타 역학연구

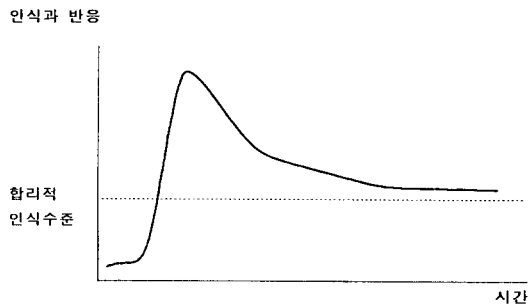
1986년 Wertheimer 등의 연구에서는 겨울철에 전기요(전기담요)를 사용하는 임신부의 경우 태아의 성장이나 유산율이 계절에 따른 일정한 유형을 따른다는 것을 관찰하였으며, 이러한 현상은 태아의 발육에 장애를 일으키는 환경적 요인 때문으로 가정하고 그것은 바로 전기요(전기담요)로부터 방출되는 60-Hz 전자파일 것으로 제안하였다. 태아에 대한 전자파의 영향은 임신부의 컴퓨터 모니터와 관련하여 많은 연구가 있었다. 하루에 20시간 이상을 모니터 앞에서 근무한 임신부의 경우 그렇지 않은 여성에 비하여 유산할 확률이 약 80% 가량 더 높았다는 연구도 있었다(Goldharber 등, 1986). 이들의 연구에서 20시간 이내의 근무경험의 임신부의 경우는 대조군에 비하여 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 Goldharber 등의 연구 이외의 많은 연구에서는 위와 같이 유의한 차이점이 없었다. 특히 최근의 연구로서 2,000명 이상의 전화교환수를 대상으로 비교적 정밀하게 진행하였던 영국에서의 연구결과에서는 모니터 앞에서 근무하는 교환원과 그렇지 않은 교환원의 경우 유산율에 있어서 차이가 없음을 보여주고 있다(Schnorr et al., 1991). 따라서 Goldhaber(1986) 등의 연구에서 관찰된 결과가 전자파 노출에 의한 것이기 보다는 근로조건과 연관된 스트레스나 기타 확인되지 않은 요인에 의한 것일 가능성을 배제할 수 없다.

Ⅲ. 고 찰

앞에서 전자파의 건강영향을 평가하기 위해서 현재까지 밝혀진 세포수준, 동물 및 임상실험의 결과에 대해서 언급하였다. 다시 간단히 요약하면 실험동물의 발육, 심장박동, 눈의 자극, 뇌파에 영향을 끼치는 것으로 보고되고 있으며, 발암성에 대한 연구로서 특히 아동들에게서 백혈병, 뇌암발생율이 높다는 연구결과가 발표되고 있으나 아직까지 확정

적인 결과는 아니다. 직업과 관련하여 전화교환수, 전기기술자 등에서 백혈병, 뇌암, 중추신경계 암의 발생이 보고되고 있으나 표본수의 문제, 전자파 외의 유기용제 등의 노출 여부, 근로조건과 연관된 스트레스와 같은 노출은 고려하지 않았기 때문에 타당도에 있어서 많은 문제점을 안고 있다.

그러나 이렇듯 전문가들이 인식하고 공감하고 있는 연구의 한계와 관련하여서는 일반국민들의 경우에는 신문 등의 매스컴을 통하여 전자파의 건강 위해성에 대하여 어느 정도는 파악하고 있는 상태이나 정보의 부재, 검증되지 않은 정보에 대한 무분별한 습득 등으로 인하여 실제로 국민들이 느끼는 위험 정도와 그에 따른 반응은 실제보다는 크게 인식되어 [그림 1]에서 보다시피 최정점에 이르러 있는 상태이다. 그러나 이런 상태가 시간의 흐름과 아울러 타당성이 있는 정보를 제공받게 되면 국민의 인식수준은 합리적인 수준으로 자리잡게 된다. 따라서 많은 연구자들은 전자파와 관련된 연구의 불확실성을 줄이는데 노력을 기울여야 할 것이며 이렇게 얻은 결과에 대해서는 대국민적으로 정확히 알려 올바른 여론, 인식수준으로 이끄는 선구자적인 역할도 아울러 해야 할 것이다.



[그림 1] 일반 주민의 위해성 인식과 반응
(Gochfeld, 1995)

참고문헌

- [1] Coleman, M. P., Bell, C. M. J., Taylor, H. L., et al. Leukemia and residence near electricity transmission equipment: A case-control study. *Br. J. Cancer*. 60:793-8, 1989.
- [2] Feychting, M. and Ahlbom, A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am. J. Epidemiol.* 138:467-81, 1993.
- [3] Fulton, J. P., Cobb, S., Preble, L., et al. Electrical wiring configurations and childhood leukemia in Rhode Island. *Am. J. Epidemiol.* 111:292-6, 1980.
- [4] Goldhaber, M. K., Polen, M. R., Hiatt, R. A., The risk of miscarriage and birth defects among women who use video display terminals during pregnancy. *Am. J. Ind. Med.* 13:696-706, 1988.
- [5] Hill, A. B. The environment and disease: Association or Causation? *Proc. Royal Soc. Med.* 58:295-300, 1965.
- [6] Lin, R. S., Dischinger, P. C., Conde, J., et al. Occupational exposure to electromagnetic fields and the occurrence of brain tumors: An analysis of possible associations. *JOM*. 27:413-5, 1985.
- [7] London, S. D., Thomas, D. C., Bowman, J. D., et al. Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *Am. J. Epidemiol.* 134:923-37, 1991.
- [8] McDowall, M. E. Mortality of persons resident in the vicinity of electricity transmission facilities. *Br. J. Cancer*. 53: 271-9, 1986.

-
- [9] Milham, S. Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields. *New Eng. J. Med.* 307:249, 1982.
- [10] Savitz, D. A. and Calle, E. E. Leukemia and occupational exposure to electromagnetic fields: Review of epidemiological surveys. *JOM.* 29:47-51, 1987.
- [11] Savitz, D. A., Wachter, H. A., Barnes, F., et al. Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. *Am. J. Epidemiol.* 128:21-38, 1988.
- [12] Savitz, D. A., John, E. M., Kleckner, R. C. Magnetic field exposure from electric appliances and childhood cancer. *Am. J. Epidemiol.* 131:763-73, 1990.
- [13] Schnorr, T. M., Grajewski, B. A., Hornung, R. W., et al. Video display terminals and the risk of spontaneous abortion. *N. Engl. J. Med.* 324:727-33, 1991.
- [14] Severson, R. K., Stevens, R. G., Kaune, W. T., et al. Acute nonlymphocytic leukemia and residential exposure to power frequency magnetic fields. *Am. J. Epidemiol.* 128:10-20, 1988.
- [15] Thomas, T. L., Stolley, P. D., Stemhagen, A. et al. Brain tumor mortality risk among men with electrical and electronics jobs: A case-control study. *J. Nat. Cancer Inst.* 79:233-6, 1987.
- [16] Tomenius, L. 50-Hz Electromagnetic environments and the incidence of childhood tumor in Stockholm County. *Bioelectromagnetics.* 7:191-207, 1986.
- [17] U. S. Congress, Office of Technology Assessment, *Biological Effects of Power Frequency Electric & Magnetic Fields-Background Paper*, OTA-BP-E-53. (Washington, DC: U. S. Government Printing Office, May 1989)
- [18] Wertheimer, N. and Leeper, E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am. J. Epidemiol.* 109:273-84, 1979.
- [19] Wertheimer, N. and Leeper, E. Adult cancer related to electrical wires near the home. *Int. J. Epidemiol.* 11:345-55, 1982.
- [20] Wertheimer, N. and Leeper, E. Possible effects of electric blankets and heated waterbeds on fetal development. *Bioelectromagnetics.* 7:13-22, 1986.

◆◆◆ 저자소개 ◆◆◆

연세대학교 의과대학 예방의학교실
M.D., Ph.D.