

EMF가 인체건강에 미치는 영향

한전 중앙교육원 교수 유철환



본 내용은 "EMF가 인체에 미치는

영향"과 관련된 세계적인 연구상황, 결과 및 향후 방향 등에 대한 내용이다. 현재 우리나라에서도 전력설비(특히 송전선로) 건설 및 유지보수상 이러한 EMF 관련 민원이 심화되고 있는 실정이다.

본 내용이 세계 유수의 여력 전문기관들에서 발표한 EMF와 관련된 핵심 내용들을 수록하고 있어 현장 활용을 위한 기술자료 습득 또는 대민 대응을 위한 객관성 있는 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

높은 전계에 노출된 몇몇 전력회사 근로자들과 그들의 건강악화 징후 사이에 연관성이 있다고 구소련에서 전자계(EMF)의 건강에 대한 위해 가능성을 발표한지 약 30여년이 지났다. 직접적인 연관성은 증명된바 없으나 이 보고서로 인해 큰 관심을 불러 일으켰으며 그 문제에 대해 세계적으로 연구를 촉진하는데 크게 기여했다. 초기에는 연구가 전계에 한정되었으나, 나중에는 일반인과 높은 자계에 노출되어 있는 직업 종사자들의 건강에 미치는 영향을 조사하기 위해 자계에 대한 연구로 전환하게 되었다. 이러한 문제를 연구한 이래로 EMF가 여러가지 형태의 암을 포함하여 질병을 발생시키는 하나의 원인으로 생각하게 되었다.

EMF에 대한 관심으로 인해, 전력회사들은 일반인들에게 노출되는 상용주파 전자계의 강도가 기준치를 넘지 않는다는 것을 자주 증명해야 했다. 연구결과 뚜렷한 연관성이 증명된바 없으나 전자계가 건강을 해친다는 대중의 인식으로부터 새로운 요구사항들이 나타남에 따라, 전력회사들은 대중을 상대로 홍보정책을 펼치게 되고, 의학연구에 투자하고, 또한 EMF의 크기를 효과적으로 낮추는 새로운 선로 설계방법의 개발에 투자해 왔다.

EMF 관련 연구 및 보고서

현재 대부분의 EMF연구는 주로 송배전 전력회사 등의 지원과 함께 정부의 기금으로 이루어지고

있다. 지금까지 13,000건 이상의 관련 연구보고서가 제출되었고, 1995년 현재 EMF 및 건강에 미치는 영향과 관련된 연구가 최소 23개국에서 200건 이상이 진행중에 있었다.

이들 연구는 3가지 분야에 집중되었다.

- ▶ 50~60Hz 전자계의 물리적 특성에 관한 연구
- ▶ 한정된 주민에 대해 질병 발생률과 원인의 상호관계를 탐구하는 의생태학적 연구
- ▶ 세포에 미치는 전자계의 생물학적 상호관계에 관한 연구

이러한 연구의 성과물들은 전 세계적으로 관련 전문위원들에 의해 문서화되고 잘 관찰되고 있다. 스위스의 제네바에 있는 세계보건기구에서 국제적인 EMF사업이 진행 중에 있다. 이 5개년 사업의 목적은 인식의 차이를 규명하고, 더 나은 건강위험평가를 요구하는 지역에서의 연구를 독려하며, EMF가 건강에 미치는 영향을 평가하는 환경건강기준 논문을 출판하는 일이다.

전력회사 종사자에 대한 연구

전력회사 근로자에 대해서도 EMF에의 노출과 암 발생률을 조사하기 위한 연구가 수행되어 왔다. 남부 캘리포니아 및 스웨덴에서 최근에 시행된 대부분의 연구결과는 최근에 프랑스나 캐나다에서 시행한 연구결과(전반적으로 명확한 결론이 없음)와 크게 다르지 않다. 이 연구는 3개 전력회사의 종업원 220,000명에 대한 암 발생률에 관한 것인데 대상자들은 직무와 사회경제적인 상태를 고려하여 선정하였다. 그 연구는 전자계에의 노출도와 32가지 형태의 암과의 연관성을 조사한 것이었으나 어떠한 증거도 나타나지 않았던 것으로 결론지어졌다. 직업적 연구결과가 뚜렷한 해답을 보여주지 않았음에도 불구하고, 전력회사들은 모든 종류의 연구프로그램에 투자와 지원을 계속하고 있다. 더욱이 강화되는 산업보건안전법령에 응하여 송배전 현장에서는 발생하는 전자계의 수준을 관찰하고 있으며 규정치 이내에서 직원들이 근무할 수 있도록 하고 있다.

EPRI(The Electric Power Research Institute)에서는 “자계에 노출된 전력회사 근로자의 의생태학적 연구”에서 특별히 백혈병과 뇌종양에 의한 사망률

에 대해 1950~1988년 사이의 미국 5개 전력회사 근로자 139,000명에 대해 조사한바 있다. 이 연구에서는 자계에 직업적 노출과 암 위험과의 연관성 평가를 위해 중요한 정보를 마련했다. 그러나 이 연구결과와 최근에 전력회사 근로자들을 대상으로 진행한 두 개의 다른 연구결과가 일치하지 않는다는 것은 그들의 평가에 있어서 명백히 다른 이유를 규명하기 위해 좀더 연구가 필요함을 시사하는 것이다.

EMF 안전지침 및 기준

전기안전기준에서는 전기쇼크, 화상 또는 심장세동 등을 일으킬 수 있는 전류 및 전압에의 노출한계치를 정하고 있다. 또한 스트레스를 받거나 불편함을 느끼는 정도의 전류밀도를 유지하는 EMF치로부터 일반인이나 근로자를 보호하기 위한 기준이 마련되어 있다. 일반적으로 인용되고 있는 인체의 중앙신경계에 영향을 주지 않는 유도전류의 최소 한계치는 $10\text{mA}/\text{m}^2$ 이다. 이 수치는 대부분 기준들의 기초로 사용된다.

그러나 국제적으로 건강에 위해하다고 인정되는 과학적인 견해가 확실치 않아, 표준으로 채택하려는 정책에는 일부 차이가 있다. 국제방사능협회(IRPA)와 세계보건기구(WHO)에서 공포한 EMF 한계치가 국제적으로 채택되고 있지만, 미국에서는 주(州)와 전력회사에서 채택하는 기준에 차이가 있다. 표 1은 IRPA, WHO 및 미국의 비공식적 한계치이다.

유럽에서는 유럽 전기공학표준위원회에서 공포한 제안서(prENV 50116-1)가 논의 중에 있다. 이 제안서(표 2)에서는 일반인과 직업인에 대한 노출한계치를 별도로 정하고 있다. 그 외에 여러 기준들이 제안되고 있으며 전력회사들은 지침이나 추천치들을 준용하고 있으나 이것이 법적 구속력을 갖는 것은 아니다.

EMF 향후 방향

EMF 문제는 약 30여년간 연구 및 논란이 되어 왔다. EMF의 위해성에 관한 명확한 답변은 아직까지 나오지 않고 있으나, 과학적으로 증명하기 위한 연구는 지속적으로 시행되고 있다. 한정된 자원 때문에 현재 여러 선진국에서는 다른 분야의

<표 1> 상용주파(50/60Hz) 전자계 노출한계

기 관	전 계 노출 한 계 [kV/m]		자 계 노출 한 계 [G] (근 로 자)
	근 로 자	일 반 인	
국제방사능보호협회 (1990 제정)	10(장시간) 30(단시간)	5(24시간) 10(단시간)	5(장시간) 50(단시간) 250(돌출부:손,발)
세계보건기구 (1984 제정)	1~10(장시간)	1~10(장시간)	
미국산업위생학자협회	25		10

<표 2> 상용주파 전자계의 인체 노출 한계치 (prENV 50166-1)

주 파 수 [Hz]	일 반 인		근 로 자	
	전 계[kV/m]	자 계[mT]	전 계[kV/m]	자 계 [mT]
0.1 ~ 60	10	-	-	-
1.15~1500	-	0.64(50Hz)	-	-
50 ~ 150	-	-	30(50Hz)	-
4 ~ 1500	-	-	-	1.6(50Hz)

의학연구에 같은 규모의 투자를 할 경우 EMF에 대한 지속적인 연구보다도 더 국민들의 건강에 유익한 것을 얻을 수 있으리라고 생각하고 있다. 이러한 논쟁은 전기에너지의 위해성을 규명하려는 부류와 전기에너지의 유익성을 추구하는 집단 사이에 지속되리라고 본다. 한편, 전력회사들은 이러한 문제에 중립적 태도를 취해야 하며, 전기 수요에 성공적으로 만족시킬 수 있는 정책을 지속적으로 추진해야만 한다.

[참고자료 1]

전자계의 자연현상

태초 이래로 모든 생명체는 전자계(EMF)에 노출되어 왔다. 인체가 숨쉬고 움직이고, 생각할 때 마다 전기를 생산하며 의존한다. 전자계는 자연적으로 발생한다. 실제로 대기는 날씨에 따라 변하지만 지표 가까이에서 약 130V/m의 정전계를 가지고 있다. 폭풍우시에는 공기를 이온화시켜 낙뢰를 발생시킬 정도의 전자계에 달할 경우도 있다. 또한 지구중심에 있는 대전류는 시간과 위치에 따라 다르나 적도 부근에서는 30 micro-Tesla, 북극 및 남극에서는 60 micro-Tesla 정도의 자계를 발

생시킨다.

전기를 생산하고, 송전하고, 사용하는 곳마다 발생하는 전자계는 전기적 도전성 물체나 인체에 전기를 유기시킨다. 일반적으로 전력계통은 교류전류 및 전압을 사용하므로 50Hz 또는 60Hz의 주파수를 갖는 전자계를 발생시킨다. 이러한 주파수는 고주파 발생원으로부터 발생하는 전자계와 비교할 때 극저주파에 속한다. 전계는 전압에 의해 발생하며 케이블이나 도체에 흐르는 전류와는 무관하다. 정해진 위치에서의 전계의 세기(크기)는 V/m 또는 kV/m로 표현된다.

전계는 자계에 비해 매우 작은 전류를 유기하며, 이러한 전류는 대지로 흘러 들어간다. 이 전계는 차폐에 의해 특히 금속물질에 의해 감소될 수 있으며, 나무, 건물 및 벽 등은 대지와 연결되는 도체로서 작용하며 또한 차폐의 역할도 한다. 지중케이블 설계에 있어서 중요 요소로 외부의 금속 차폐층을 들 수 있는데 외부의 전계를 최소화하기 위한 것이다. 금속차폐층이 없는 케이블에서는 주변 모양이 차폐층 역할을 하게 되므로 지표에서 전계의 강도를 감소시킨다.

자계는 전류에 의해 발생된다. 그러므로 전류가 흐르는 도체는 전계와 자계를 동시에 발생시키는



것이다. 자계의 강도는 micro-Tesla(μT) 또는 Gauss(G) 및 ampere/meter로 표현된다.

인체내에 순환전류를 유기시키는 이 자계는 대부분의 물질을 투과하므로 차폐하기가 어렵고 비용이 많이 든다.

[참고자료 2]

국제기구의 EMF 연구에 관한 발표내용

1989년 세계보건기구는 “Non-ionizing Radiation Protection”이라는 책에서 전자계에 관해 다음과 같이 서술하고 있다.

“전자계에 노출되면 생물학적 영향을 받게된다. 그러나 신경조직을 자극할 정도의 전류밀도를 유기할 정도의 세기가 아니라면 인체의 건강을 해치게 되는지에 관한 아무런 근거가 없다. 암 촉진, 선천적인 기형, 생식기능 및 일반적 건강 등을 포함한 인체에 대한 의생태학적 연구자료를 보면 건강에 역기능을 시사하면서도 확증을 하지 못하고 있다.” 비슷하게 1990년 IRPA의 비이온화 방사능 위원회(Non-Ionizing Radiation Committee)에서는 “50/60Hz 전자계에의 노출 한계치에 관한 잠정치침”을 공포했으며, 다음과 같은 내용이 포함되어 있다. “몇몇 의생태학 연구논문에서는 50/60Hz 전자계에의 노출과 암 발생과의 연관성을 제기하고 있으나, 나머지 대부분의 논문은 그러한 연관성을 배제하고 있다. 이러한 연관성이 증명된 바도 없을 뿐만아니라, 현재로서는 노출 한계치를 정하는데 유용한 어떠한 자료도 마련되어 있지 않다.”

1993년 5월 국제 비이온화 방사능 위원회에서는 IRPA의 견해를 밝힌 내용에서 “암과의 연관성에 관한 자료에는 상용주파 전자계에 인체의 노출이 건강을 해친다는 평가를 내리는데 아무런 근거자료도 없다”고 하였다.

1991년 CIGRE에서는 전자계와 건강문제를 연구하기 위해 전문가그룹을 구성하였다. 또한 1992년 IEE(The Institution of Electrical Engineers)에서는 저주파 저강도 전자계의 생물학적 위해 가능성을 연구하고, 이와 관련된 출판물을 정기적으로 조사 보고하기 위하여 Working Group을 형성하였다. 이러한 국제공학기구들에서는 전자계에 대한

일반인의 관심은 높지만 각각의 보고서를 보면 EMF가 건강에 나쁜 영향을 준다는 주장을 뒷받침 할 만한 아무런 근거도 없다는 것을 인정하고 있다.

1991년 CIGRE에서는 “상용주파 전자계에의 노출이 암을 발생시킨다는 증거는 설득력이 없으며 그런 연관성은 의문으로 남아있다. 그러나 그 문제는 매우 중요한 것이므로 지속적으로 연구되어야 한다”라고 밝힌바 있다.

1996년 11월 IBE에서는 “저강도 저주파 전자계가 인체 건강에 영향을 미친다는 확실한 증거가 없다. 계속적으로 높아지고 있는 일반인의 염려를 뒷받침 할 만한 근거를 현재의 과학으로는 규명된 바가 없으며, 위해성이 있다 할지라도 명백히 극히 적은 정도에 불과하다.”라고 보고하였다.

1995년 4월 APS(American Physical Society)에서는 “전력선의 전자계와 일반인의 건강”이라는 논문에서 “전문가들의 과학논문이나 조사보고서들을 보면 암과 전력선에서 발생하는 전자계의 연관성 문제에서 서로 일치하지 않고 있다. 전력선의 전자계가 암을 발생시키거나 촉진한다는 아무런 생물물리학적 메커니즘이 규명된바 없다. 더욱이, 대부분의 의생태학적, 생물물리학적, 생물학적 연구 결과는 그러한 전자계의 노출이 건강에 악영향을 미친다는 연구를 입증하는데 실패했다.”라고 말하고 있다.

최근 미국 국립과학원에서는 그 문제를 다음과 같이 결론지어 공포하였다.

“상용주파 전자계가 세포, 신경조직 또는 인체를 포함한 생물체에의 영향 연관성에 관해 발표된 연구를 포괄적으로 평가해 볼 때, 결론적으로 현재의 증거로는 전자계에의 노출이 인체건강에 해롭다는 것을 보여주지 않는다. 특히, 주거지에서의 전자계 노출이 암이나 신경작용상의 악영향 또는 생식 및 성장 기능상의 악영향을 준다는 결정적이거나 일관성 있는 증거는 아무 것도 없다. 주거지에서 일반적으로 접하는 수준보다 훨씬 높은 수준의 전자계는 생물학적 영향을 미칠 수 있다(하나의 예로 뼈 치료의 촉진을 들 수 있다). 그러나 이러한 영향이 전자계의 생물학적 영향과 건강 위해 관련성과 일치성을 보여주는 것은 아니다.”