



극저주파 자기장(ELF-MF)의 직업적 노출과 심혈관질환 사망의 관계에 대한 전향적 코호트 기반 연구

제공 / 편집위원 강성규

원제 : Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and cardiovascular disease mortality in a prospective cohort study

저자 : Tom Koeman, Pauline Slottje, Hans Kromhout, Leo J Schouten, R Alexandra Goldbohm, Piet A van den Brandt, Roel Vermeulen

출처: 15, 2013 Occup Environ Med 2013 70: 402-407 originally published online January

연구 배경

극저주파 자기장(ELF-MF)의 건강영향에 대해 최근 30여년 전부터 여러 연구가 시행되었다. 전자기파는 진공 또는 물리적인 매질 속을 주기적인 동요를 일으키면서 전파하는 전기(Electric Field)와 자기(Magnetic Field)로 구성되며, 전기가 흐를 때 전기를 운반하는 전선로와 전자기기 주변에 전기와 자계가 나타난다. 보통 300Hz까지의 진동수를 갖는 자기장을 극저주파 자기장으로 부른다. 일반 인공에서 극저주파 자기장의 노출은 주로 사무용 또는 가정용 전자제품에 의해 이루어지고 대부분의 사람은 어느 정도 극저주파 자기장에 노출된다.

극저주파 자기장의 건강영향에 대한 기존 연구들을 살펴보면 실험 연구에서 동물의 심박수에 변동을 줄 수 있다는 가능성이 제시되었고 역학적 연구에서 1999년 Savitz 등은 극저주파 자기장 노출이 급성 심장질환으로 인한 사망을 증가시킨다고 보고하였다. Savitz의 연구는 큰 파장을 주었으며 이에 대한 추가 연구가 다수 이루어졌으나 이후 이루어진 역학 연구에서는 일관적인 결과를 보이지 않았다. 소수의 연구에서는 심혈관사망을 증가시켰으나 다수 연구에서는 이러한 결과를 보이지 않았고 최근의 리뷰들에서는 극저주파 자기장의 노출은 심혈관질환 사망을 증가시키지 않는 것으로 결론냈다.

극저주파 자기장과 심혈관질환 사망에 대한 기존의 역학 연구들 중 사업장을 기반으로 한 연구에서는 직업적 노출에 대한 변수들이 잘 반영되어 있으나 흡연이나 음주와 같은 개인 요인들에 대한 교란요인들은 잘 고려되지 않았다는 제한점이 있다. 일반인구집단을 대상으로 한 연구에서는 반대로 직업적 노출로 인한 고려하지 못한 교란요인들이 있었다. 이 연구는 대규모의 전향적 코호트를 바탕으로 진행되었으며 직업적 노출에 대한 자세한 조사와 개인적 요인들을 충분히 고려하여 시행되었다는 특징을 가지고 있다.

연구 방법

연구 대상

네덜란드의 식생활과 암 발생에 대한 연구를 목적으로 한 코호트 조사를 바탕으로 연구가 진행되었다. The Netherlands Cohort Study on diet and cancer (NLCS)는 204개 지역에 거주중인 120,852명으로 구성되었으며 1986년에 시작되었다. 코호트 구성원들은 직업력과 식생활, 기타 암 발생과 관련된 위험요인들에 대한 설문들을 작성하였다. 코호트 구성원 전체의 자료를 사용하여 분석하는 것은 비효율적이므로 코호트에서 케이스 그룹을 정의하고 무작위로 5,000명을 서브코호트로 추출하여 케이스-코호트 방법으로 연구를 진행하였다.

케이스 정의

심혈관질환 사망은 주사망원인이 허혈성심장질환, 급성심근경색증, 만성허혈성심장질환, 기타 심장질환, 부정맥, 죽상동맥경화증, 뇌혈관질환 중의 하나인 것으로 정의하였으며 전체 코호트 안에서 8,200건의 심혈관질환 사망이 관찰되었다. 이 중 직업력과 가능한 교란요인들에 대한 자료가 있는 6,151건의 케이스가 분석에 사용되었다.

극저주파 자기장 노출 매트릭스

연구 대상자들의 직업을 ISCO-88(International Standard Classification of Occupants)에 맞추어 코드화한 뒤 Job-Exposure matrix(JEM)를 이용하여 극저주파 자기장의 노출량을 추정하였다. JEM이란 과거의 직업 종류와 직무별로 특정 유해요인의 노출량을 추정하기 위해 만드는 자료로 해당 산업에서 사용한 물질 또는 장비의 종류, 작업환경측정 등의 기록들을 종합하여 구축한다. 극저주파 자기장 노출에 대한 JEM은 여러 차례 발표되었던 바 있는데 Huss A 등이 2012년 116개 직업을 조사하여 발표한 JEM이 이번 연구에 사용되었다.

극저주파 자기장의 노출 강도에 따라 배경 노출, 저도 노출, 고도 노출로 구분하여 분석하였고 누적 노출량에 대해서도 분석하였다. 통계 분석에는 콕스비례위험모델이 사용되었고 교란요인으로 성별, 연령, 흡연, 음주, 교육수준, 체질량지수, 결혼 유무, 신체활동량 등의 변수들을 함께 분석하였다.

연구 결과 및 토의

교란요인에 대한 정보가 충분했던 대상자들을 분석에 사용되었는데 총 6,151건의 케이스(전체 케이스의 75%)와 3,881건의 서브코호트(전체 서브코호트의 75%)가 극저주파 자기장의 노출과 심혈관질환 사망의 관계에 대한 분석에 사용되었다. 대부분의 교란요인에 대해서 두 그룹은 유의한 차이를 보이지 않았으며 교육수준에서만 서브코호트 그룹이 약간 낮았다. 케이스와 서브코호트 그룹 모두 약 절반 정도에서 전체 직업력 중 극저주파 자기장의 노출 이력이 있었다.

직업적 극저주파 자기장의 노출과 심혈관질환의 사망 사이에 통계적으로 유의한 차이는 발견되지 않았다. 저강도 또는 고강도의 극저주파 자기장 노출이 있었던 경우 상대위험도는 1.02로 약간 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다(95% CI 0.99~1.06). 누적 노출량으로 나누어서 분석하였을 경우에도 누적 노출량에 대한 유의한 차이나 트렌드는 보이지 않았다.

극저주파 자기장의 노출은 대부분 소형 가전제품이나 사무기기에 의해 일어난다. 발전소나 송전설비 주변에서도 노출될 수 있으나 그 수는 매우 적을 것이다. 200 μ T 이상의 높은 레벨의 급성 노출에서는 근육과 신경계에 전류를 유도하여 열을 발생시키고 자극함으로써 건강 영향을 주게 된다. 국제비전리방사선보호위원회에서는 자계의 노출 한계를 일반인은 200 μ T, 직업인은 1,000 μ T 이내로

하도록 권고한 바 있다. 낮은 레벨의 만성 노출에 대한 건강 영향에 대해서는 비교적 많은 연구가 진행되어 왔고 HWO EMF project를 통해 국제적인 다기관 연구가 수행되기도 했다. 각종 성인 암, 우울증, 자살, 생식장애, 면역체계 변형, 신경행동학적 영향, 신경퇴행 질환에 대해 연관성을 의심받고 연구가 시행되었으나 유의한 인과성은 밝혀지지 않았다. 다만 일부 역학적 연구에서 소아백혈병의 증가가 발견되어 IARC group 2B로 분류되었으나 동물실험에서의 근거는 아직 부족하다.

역학적 연구에서는 0.3~0.4 μT 이상의 만성노출에서 소아백혈병 발생이 증가하였는데 일반 거주지역에서 0.3~0.4 μT 이상의 만성 노출은 드문 일이며(일반 거주지역의 1~4%에 해당) 숨겨진 교란요인이 작용했을 가능성이 있다.

이 연구는 극저주파 자기장과 심혈관질환 사망의 관계를 다룬 기존 연구들에 비해 큰 규모의 코호트에서 많은 케이스를 추출하였으며, 기존 연구들에 비해 성비가 균형적이고 생활습관 요인에 대한 교란요인을 충분히 보정했다는 장점이 있다. 제한점으로 심혈관질환 발생이 아닌 사망을 조사했기 때문에 실제 발생보다 과소 평가되었을 가능성이 있지만 연구 집단의 크기가 충분히 크기 때문에 극복할 수 있을 것으로 보이며, 기존의 사업장 대상 역학연구에 비해 극저주파 자기장의 고도 노출자 비율이 적다는 제한점이 있다.

결론적으로 이 연구에서 극저주파 자기장의 노출과 심혈관질환 사망 위험은 유의한 연관관계를 보이지 않았다. 🍷