

마이크로파가 태반에 미치는 영향 연구

황 종 윤

강원대학교

I. 서 론

전자기파는 정보 통신 기기, 무선 통신 기기와 같은 정보화 기기에 이용되고 실생활에 널리 이용되고 있지만, 사용 빈도와 비례하여 일반인들의 전자기파의 생체 영향에 대한 논란도 증가하고 있다.

전자기파가 인체에 미치는 영향은 열적 효과와 비열적 효과가 관여한다. 마이크로파와 같은 고주파는 높은 에너지에 의해서 체온이 상승하는 열적 효과로 생체에 영향을 미치고, 저주파의 경우에는 지속적인 유도 전류를 통한 세포 내 전해질 불균형, 세포 손상과 같은 비열적 효과로 생체에 영향을 끼친다.

고주파에서 발생하는 열적 효과는 전자파 생성 기기에서 적절히 조절할 수 있기에 ICNIRP에서는 인체 유해성을 막기 위한 가이드라인을 제시하고 있고, 국내에서도 1999년 전파법으로 인체 보호 기준을 마련하여 시행하고 있다.

국내에서 전파법의 제정 이후 엄격한 규정을 통과한 전자기파 기기만 생산되기에 이론적으로는 전자기파가 열적 효과를 야기하기는 매우 어렵다. 하지만 많은 일반인들은 여전히 전자기파의 인체 유해성에 대해서 걱정하고 있고, 이는 고주파에서 발생하는 비열적 효과에 대한 걱정일 것이다.

특히 저 출산 시대에 건강한 아이를 임신하고 출산하는 것을 최고로 여기는 임신부들에 있어서 전자기파가 임신에 미치는 영향에 대한 관심은 매우 크다. 이에 본 연구자는 마이크로파가 태반에 미치는 연구를 수행하여 임신에 어떠한 영향을 끼치는지를 알아보고자 연구를 진행하였다.

II. 마이크로파가 임신에 미치는 영향에 관한 선행 연구

전자기파의 열적 효과와 비열적 효과를 생체 내 조직이 받아들이는 감수성의 정도에는 차이가 있다. 세포의 종류에 따라 전자기파의 영향을 받는 정도가 다른데, 특히 세포 분열이 활발한 경우에는 더욱 취약하다. 구체적으로는 림프구, 난포세포, 멜라닌세포와 조골세포, 파골세포, 신경세포 등이 손상에 취약하다. 상대적으로 인간 백혈구, 인간 단핵구 및 인간 골격근 세포는 전자기파 노출에 손상이 매우 강하다고 알려진다. 또, 성장이 빠른 태어나 어린이 등이 어른에 비해 전자기파에 더욱 영향을 많이 받는다.

생식 독성 분야에서 생식 능력의 손상을 보거나 태아 독성 유무를 판단하기 위해서는 크게 3가지를 중점적으로 살핀다. 먼저 어떤 물질이 태아 기형을 유발하는지, 두 번째로는 임신 중 착상이 잘 되는지, 유산 및 사산이 증가하는지, 마지막으로 출산 당시 임신 결과에 영향을 미치는지를 분석하고 비교한다.

마이크로파가 생식 능력 및 임신에 영향을 미치는지를 알아보기 위한 기존의 연구를 살펴보면 초창기 연구는 몇 가지 특징이 있다. 가장 먼저 특징은 열적 효과와 비열적 효과를 제어하지 못한 역학 연구 중심이었고, 두 번째로는 후향적 연구가 대부분이어서 주로 대상자들의 기억이나 설문 조사를 시행하여 각 연구에 혼란 변수들이 존재한다는 것이다.

초창기에는 주로 태아 기형, 저체중아, 자연 유산과 같은 임신 성적을 비교하는 환자 대조군 연구가 많이 진행되었지만, 위에서 언급한 이유로 연구자마다 동일한 결론에 도달하지는 않았다.

1980년대부터 마이크로파와 임신 성적을 알아보는 동물 및 *In vitro* study 실험이 많이 진행되었다. 이러한 실험들은 열적 효과와 비열적 효과를 제어할 수 있기에 매우 구체적이고 방향성 있는 연구 결과가 많이 발표되었다.

1981년 Nawrot 등은 고주파의 높은 에너지에서 발생한 열은 태아 성장에 매우 큰 영향을 끼친다고 보고하였고, 1984년 Berman 등은 마이크로파에 노출된 후 태어난 새끼 생쥐는 대조군에 비해서 저체중아 및 선천성 기형을 가진 생쥐가 많이 태어나고, 이러한 이유는 마이크로파의 열적 효과라고 보고하였다. 이후 여러 연구에서 마이크로파의 열적 효과의 유해성이 보고되어 이를 차단하는 안전 가이드라인이 제정되고 실행되고 있다.

열적 효과가 생체에 나쁜 영향을 끼친다는 연구 결과 발표 이후 열적 효과가 제어되고 나서 비열적 효과만으로 마이크로파가 태아 기형 및 임신 성적에 영향을 주는지를 보는 연구에서 대부분의 경우에는 태아 기형이나 임신 성적에는 영향을 주지 않는다고 보고하고 있다. 하지만 최근 일부 연구에서 마이크로파의 비열적 효과가 임신에 영향을 미칠 수 있다는 보고가 있다.

2003년 Nakamura는 임신한 쥐에 마이크로파를 노출하였을 때 자궁에서 태반으로 가는 혈류량이 감소하였다고 보고하였다. 이러한 연구 결과는 마이크로파가 태아의 체중을 감소시킬 수 있는 가능성이 있다는 주장으로 비록 후속 연구가 발표되지는 않았지만 매우 의의있는 연구 결과이다.

Ⅲ. 마이크로파가 태반에 미치는 연구

정상 임신이란 난자와 정자의 수정란이 자궁 내막에 착상이 되는 과정이고, 이 과정에는 매우 다양하고 중요한 인자들이 관여한다. 그 중에 가장 중요한 과정은 태반을 형성하는 과정이다. 임신 초기의

태반은 태아에서 분리되어서 모체의 자궁 내막에 착상하게 도와주는 역할을 하는데, 그 중에 하나는 신생 혈관을 형성하면서 자궁 내막의 나선동맥을 침범하는 일이다.

신생 혈관을 형성하기 위해서는 다양한 혈관 형성 인자들이 필요한데, 특히 Heme oxygenase-1(HO-1), Nitric oxide synthase(NOS) 등의 역할이 매우 중요하다. 여러 연구에서 태반에서 HO-1이 감소한 경우, iNOS가 증가한 경우는 임신 중독증과 태아 발육 부진 등과 연관이 있다고 보고한다.

본 연구자는 임신 기간 중에 마이크로파에 노출된 경우, 태반에서 혈관 형성 인자의 변화가 있는지를 알아보는 연구를 진행하였다.

3-1 연구 방법

본 연구의 실험 방법은 이전에 시행하였던 방법으로 하였다. 간단히 요약해 보면 마이크로파의 생성 기기는 1.765 GHz 주파수이고, 실험 생쥐는 국내에서 사육 중인 ICR 계통(Dae Han Bio Link Co, Eumseung, Korea)으로 실험군과 대조군과 Sham 군을 각각 10마리의 임신된 생쥐를 대상으로 하였다.

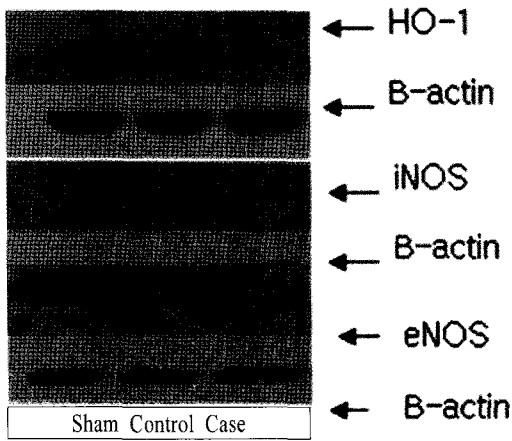
임신 19일째 제왕절개술을 통하여 태반을 채취하였고, 채취된 태반에서 단백질을 추출하여 HO-1, iNOS, eNOS에 대해서 western blot을 시행하였다.

3-2 연구 결과

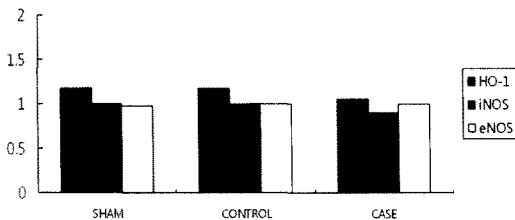
혈관 형성 인자인 HO-1, iNOS, eNOS를 western blot 시행한 결과, Sham 군과 대조군 및 실험군에서 유의한 차이가 관찰되지 않았다(그림 1).

Ⅳ. 결 론

본 연구는 이동 통신과 같은 전자 기기에 사용이 증가되고 있는 마이크로파가 임신에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 진행되었다. 건강한 임신을



Western blot 결과



[그림 1] Western blot의 densitometer 결과 도표. 세 군에서 유의한 차이가 없다.

유지하기 위해서는 태아도 중요하지만 태반의 역할도 매우 중요하기에 태반에서의 혈관 형성 인자인 HO-1, iNOS, eNOS를 Sham군, 대조군과 실험군으로 비교하였다. 그 결과 세 군에서 HO-1, iNOS, eNOS의 차이를 확인하지는 못하였다. 본 연구는 향후 마이크로파가 태반에 미치는 대규모의 연구가 진행되었을 때 기초 자료로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] J. Y. Hwang, S. H. Na, H. A. Lee, D. H. Lee, H. J. Lee, and S. I. Kim et al., "Microarray analysis of gene expression in mice ovaries exposed to a 1.765 GHz microwave in utero", *Korean Journal of Obstetrics and Gynecology*, vol. 52, pp. 602-610, 2009.
- [2] L. N. Heynick, J. H. Merritt, "Radiofrequency fields and teratogenesis", *Bioelectromagnetics*, vol. 6, pp. 174-186, 2003.

≡ 필자소개 ≡

황 종 윤



1998년: 조선대학교 의과대학 (의학사)
 2005년: 울산대학교 의과대학 (의학석사)
 2007년: 울산대학교 의과대학 (의학박사)
 2003년: 서울아산병원 산부인과 전문의
 2005년~현재: 강원대학교 산부인과 조교수
 2009년~현재: 강원대학교병원 산부인과

과장

2009년~현재: 강원대학교 의학전문대학원 기획실장

[주 관심분야] 태반의 Angiogenesis, 전자파와 태아독성학, 산전조음과, 태아치료