

EMF Weekly Brief

전자파 인체영향 Information Storage

(2019.06.24. / 제232호)



50Hz 자기장에 의한 신경모세포종의 MAPK 신호 활성화에 대한 EGF 수용체의 관련성

Involvement of the EGF Receptor in MAPK Signaling Activation by a 50 Hz Magnetic Field in Human Neuroblastoma Cells

출처: International Journal of Experimental Cellular Physiology, Biochemistry and Pharmacology

저자: María Antonia Martínez, Alejandro Úbeda, María Ángeles Trillo

□ 개요

- 이 논문은 "International Journal of Experimental Cellular Physiology, Biochemistry and Pharmacology"에 게재되었음

□ 배경

- 전력의 생성, 분배 및 사용 등에서 방출되는 자기장(MF, Magnetic Field, 50~60Hz)에 대한 일반 대중의 광범위한 노출 가능성에 초점을 두고 수년간 논쟁이 계속되고 있음.
 - 다양한 연구 및 극저주파(ELF) 자기장에 대한 (직업상)만성 피폭과 암 발병률 사이의 연관성은 제한적으로 연구되었고, 세계보건기구 국제암연구소(IARC)는 2B등급 발암물질(IARC 2002) 목록에 이러한 유형을 포함할 수 있는지를 주로 소아 백혈병 발병률과 자기장에 대한 노출 사이의 역학관계에 기초하여 연구하고 있음.
- 극저주파 자기장이 DNA 손상을 직접적으로 일으킬 수 있는 에너지가 부족하더라도, 일부 연구에서는 극저주파 자기장에 노출되면 후생유전세포에 영향을 미칠 수 있다고 가정하고 있음.
 - 후생유전세포는 비돌연변이 유발성 발암물질에 노출되는 등 다양한 환경적 요인에 영향을 받기 쉽다고 알려졌으며, 실제 일부 실험 연구 결과는 자기장이 세포 증식과 분화뿐만 아니라 DNA 복구나 안정성에서도 상당한 변화에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였음.

□ 연구 방법

- 세포 배양
 - 인간 신경모세포종 NB69 세포를 시딩(seeding)하여, 오탈보바인 혈청, 페니실린, 스트렙토마이신, 암포테리신 B를 투여하고, CO2 인큐베이터 (Thermo Fisher Scientific) 내에서 5% CO2 가습상태에서 4일간 성장시킴.
- 표피성장인자 수용체 억제제로 치료
 - 시딩 4일 후, 실험군 혹은 대조군에 대하여 전자파 노출 시작 1시간 전에 배지를 교체하면서 EGFR(Epidermal Growth Factor Receptor, 상피세포 성장인자 수용체) 억제제(1 μ M 엘로티닙) 또는 매제를 투여하였음. 억제제는 DMSO에서 1mM의 농도로 재구성되었음.

○ 자기장 노출

- 실험대상물을 50Hz 사인파, 자속 밀도 $BAC = 100\mu T$ 루트 평균 제곱(rms)의 수직 편광 자기장에 노출시켰음.
- 각각의 실험에서, 무작위 순서에 따라 두 개의 동일한 코일 세트 중 하나의 실험군만 자기장에 노출되었으며, 5 내지 30 분의 짧은 노출 간격 후에 형질 도입 경로의 발현 / 활성화에 대한 자기장의 효과를 연구하였음

○ 억제제 엘로티닙의 유무에 따른 63 시간 노출 후 성장에 대한 증식 분석

- 또한 NB69 세포는 4개의 군집으로 나뉘어 실험을 진행하였음.
 - * (1) 엘로티닙이 없는 대조군, (2) $1\mu M$ 엘로티닙을 포함한 대조군, (3) 엘로티닙 없는 전자파 노출 실험군, (4) $1\mu M$ 엘로티닙을 포함한 전자파 노출 실험군

○ 면역 유동성

- 배양된 세포 샘플의 전자파 노출 실험군 또는 대조군의 EGFR, ERK1/2 및 p38의 활성화와 MMP-9의 표현은 간접 면역유동성 및 컴퓨터 지원 영상 분석으로 분석함.

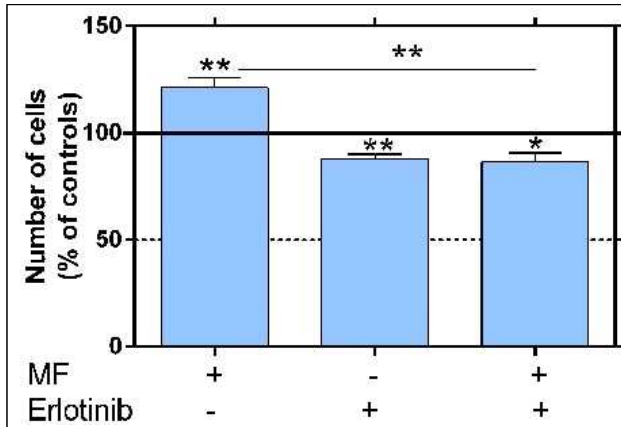
○ 웨스턴 면역 블로팅(Western blotting) 방법에 의한 분석

- 자기장 노출 실험군 또는 대조군에, 세포를 저삼투압 완충액에서 용해시키고 용해물의 단백질 함량을 브래드 포드 분석에 의해 정량화하였음
- 반 정량 면역 블롯 분석을 위해, 밴드의 광학 밀도를 컴퓨터 이미징 소프트웨어를 통해 농도 측정법으로 측정하고 정량화하였음

□ 연구 결과

○ EGFR의 화학적 억제제가 자기장의 유도 세포 확산에 미치는 영향

- 그림 1의 데이터는 63시간 동안 자기장에 간헐적으로 노출된 실험군에서 NB69 세포의 수가 현저히 증가(대조군보다 21.3 %)한 것을 보여 주며, 이는 이전 여러 연구에서 설명한 분야의 세포 증식 작용임을 확인 할 수 있었음
- 자기장 노출이 없는 대조군의 경우, EGFR 인산화 억제제인 엘로티닙은 세포 수의 현저한 감소를 유발(매제 투여 대조군보다 12.04 % 낮았음)하였음
- 억제제를 투여하고 자기장에 노출된 실험군은 억제제를 투여하였으나 자기장에 노출하지 않았을 때의 실험군과 동등한 항증식(항암) 효과 (해당 대조군보다 13.68 % 이하의 세포)를 나타냄. 이러한 결과는 자기장에 대한 NB69의 증식 반응에서의 EGF 수용체의 잠재적 관련성을 나타냄.



[그림 1]

1 μ M 엘로티닙 또는 매제가 있는 상태에서 자기장에 간헐적으로 63시간 동안 노출시킨 후 (3h On / 3h Off) 생존 세포 수.

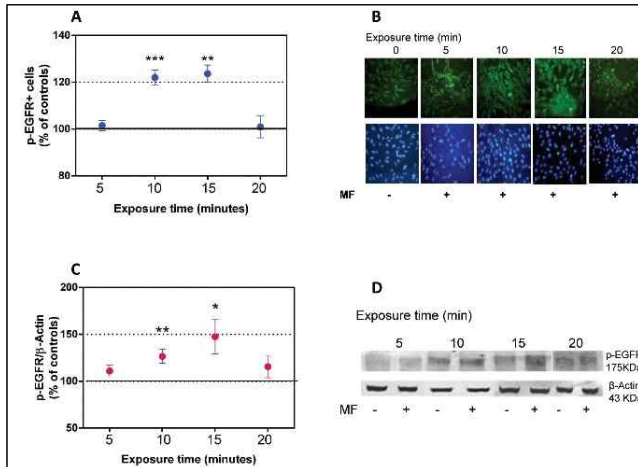
- 해당 대조군에 대한 데이터는 총 4회의 반복 실험의 평균 \pm SEM

* : $0.01 \leq p < 0.05$;

** : $0.001 \leq p < 0.01$

o 자기장에 의한 EGF 수용체의 시간 의존적 활성화

- EGF 수용체의 활성 형태는 짧은 간격의 자기장 노출에 의해 분석되었음. 면역 세포 화학적 결과는 p-EGFR 양성세포(p-EGFR+)의 비율이 10, 15분 단위에서는 현저하게 증가하였으나, 5 또는 20분 단위에서는 증가하지 않았음(그림 2 A, B)



[그림 2]

P-EGFR+ 세포의 비율(P-EGFR+)과 p-EGFR 표현의 웨스턴 블로팅 정량화.

(A) p-EGFR+ 세포의 비율에 대한 면역세포 화학적 및 컴퓨터 지원 영상 정량화.

각 점은 4회 반복 실험의 평균 \pm SEM을 나타내며, 각 실험당 8개의 시료(자기장 노출 4, 대조군 4개)가 사용됨.

** : $0.001 \leq p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

(B) - 상단 패널: 평가된 시간 간격에서 p-EGFR 라벨링의 대표 이미지.

- 하단 패널: 해당 상부 마이크로그래프에 있는 세포의 회초리로 얼룩진 핵.
- MF-: 대조군,
- MF+: 5분에서 20분 동안 자기장에 노출된 샘플.

(C) 부하 제어로 β -Actin을 사용한 p-EGFR의 웨스턴 블로팅 정량화.

대조군에 대해 정상화된 값은 노출 시간 당 최소 4회 반복 실험 및 실험 당 6개의 시료(3 자기장 노출 및 3개의 대조군)의 평균 \pm SEM임.

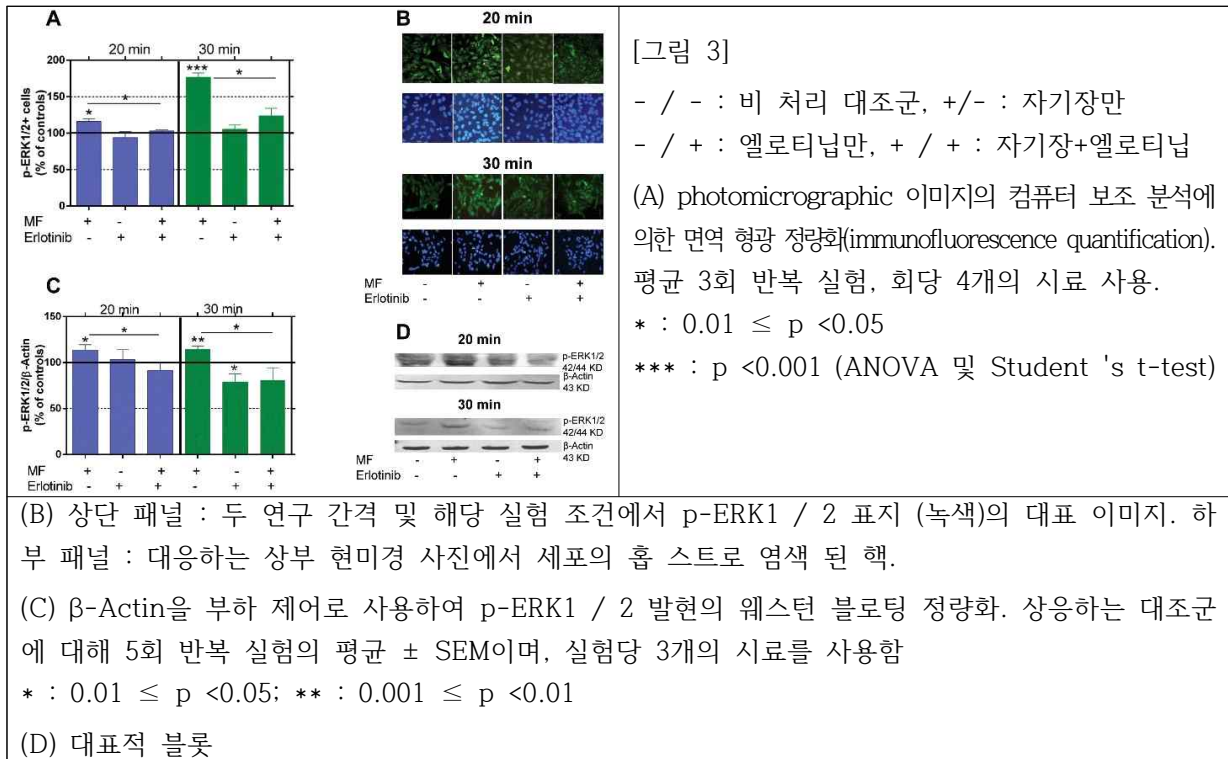
* : $0.01 \leq p < 0.05$, ** : $0.001 \leq p < 0.01$

D) 다른 노출(MF+) 또는 위장(偽裝) 노출(MF-) 간격의 대표 블롯(blot)

o EGFR의 화학적 억제제가 자기장의 P-ERK1/2 발현에 미치는 영향

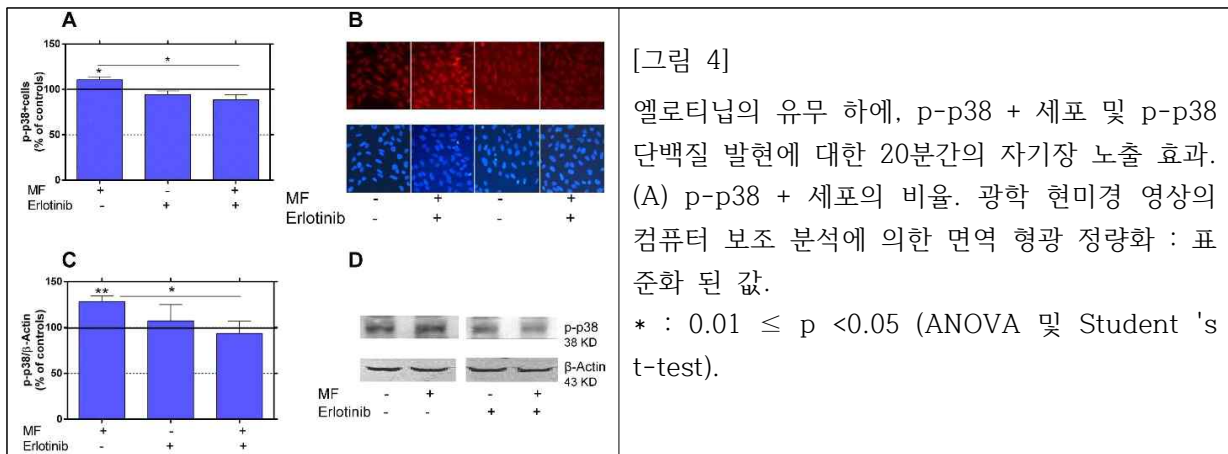
- 엘로티닙의 유무에 따른 p-ERK1 / 2 발현 수준에 대한 전계 효과가 분석되었음. 기존 연구 자료에 근거하여 20분과 30분 간격으로 자기장 노출을 수행함.
- 두 가지의 시간 간격으로 자기장에 노출된 샘플에서 p-ERK1 / 2 + 세포의 비율이 유의하게 증

가하였으며, 이 반응은 엘로티닙 의해 억제되었음(그림 3A, B). 20분 및 30분간 자기장에 노출된 실험체 모두에서 유의한 p-ERK1 / 2 과발현이 웨스턴 블로팅 분석 결과로 확인되었음(그림 3C, D).



o EGFR의 화학적 억제제가 P-38 및 P-JNK의 반응에 미치는 영향

- 이전 다른 연구에서 P-38 및 P-JNK 활성화가 자기장 노출 개시 후와 MAPK-ERK 활성화 이전에 짧은 시간(15분)으로 나타났으므로, 본 연구에서는 P-38 양성 세포 및 P-JNK의 인산화 형태의 발현에 대한 자기장 노출 반응은 노출 이후 20분의 시점만을 분석했음. 그림 4(A, B)에 도해된 결과를 보면, 활성 P-38+ 세포의 비율이 크게 증가하였고, 이는 엘로티닙이 존재할 때 억제되었음. 마찬가지로 억제제(그림 4 C, D 및 그림 5 A, B)가 존재하는 곳에서는 인산염 형태의 단백질 P-38과 JNK(P-38과 P-JNK)에 의한 과발현은 발생하지 않았음.

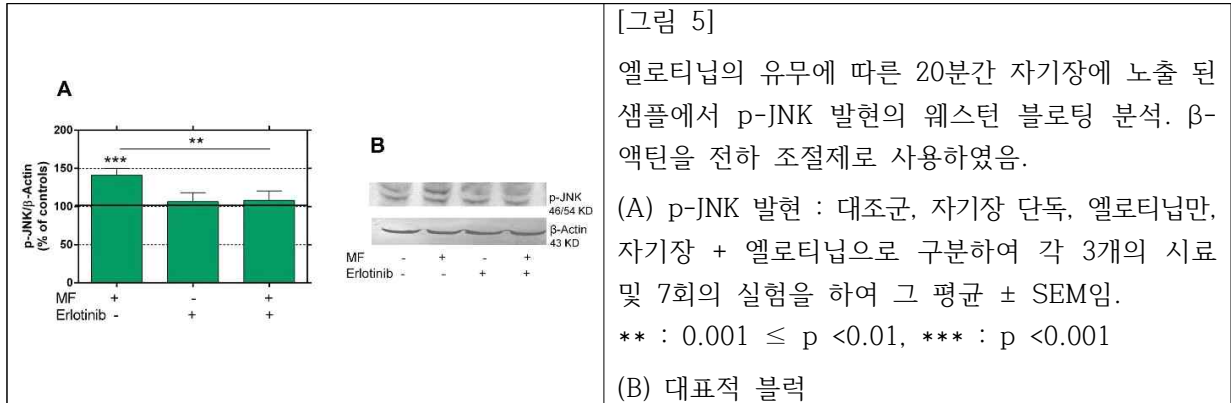


(B) 상부 패널 : p-p38 표지의 대표적인 이미지. 하부 패널 : 해당 상부 현미경 사진에서 웨이스트 (Hoechst)로 염색된 세포의 핵.

(C) p-p38 발현의 웨스턴 블로팅 정량. β - 액틴을 전하 조절제로 사용하였음. 값은 실험 조건 당 3개의 시료, 총 실험 5회의 평균 \pm SEM임.

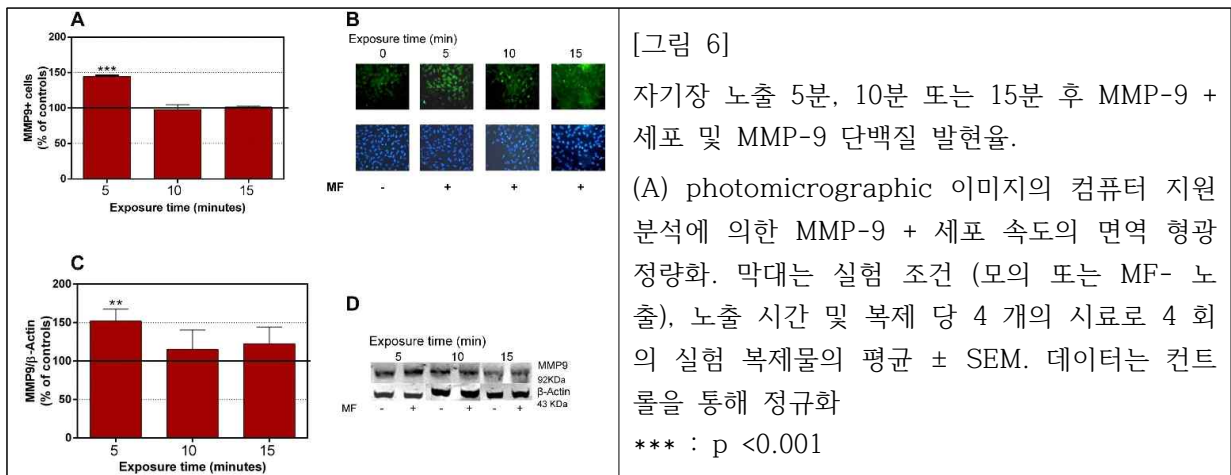
* : $0.01 \leq p < 0.05$; ** : $0.001 \leq p < 0.01$ (학생의 t- 검정).

(D) p-p38에 대한 대표적 블럭



o Metalloproteinase-9의 발현에 미치는 자기장 효과

- 세포 외 metalloproteinase MMP-9는 세포 증식 조절에 간접적 역할을 하며 잠재적으로 발암 과정에서 EGF 수용체의 활성화에 관여함. 면역 세포 화학적 결과는 자기장에 노출 5분 후에 MMP-9를 발현하는 세포의 비율을 유의하게 증가시켰지만, 10분 및 15분의 더 긴 노출 간격에서는 그렇지 않았음(도 6A, B). 비슷한 결과는 5분에서 MMP-9 단백질 발현이 유의하게 증가하였으나 10 또는 15 분의 현장 노출에서는 나타나지 않은 웨스턴 블로팅 분석으로 도출되었음 (그림 6C, D).



(B) 상부 패널 : 위장 노출 컨트롤 (MF-) 및 현장에 노출된 샘플(MF +)에서 5, 10, 15분 동안 MMP-9 라벨링의 대표 이미지. 하부 패널 : 해당 핵의 Hoechst 염색.

(C) β -Actin을 전하 조절제로 사용하여 MMP-9 발현의 웨스턴 블로팅 분석. 실험당 3개의 시료로 6회 반복 실험의 평균 \pm SEM임. ** : $0.001 \leq p < 0.01$

(D) 다른 시간 간격에서의 대표적인 블롯; MF + : 현장 노출 샘플; MF- : 위장 - 노출 된 컨트롤.

□ 결론

- 포유 동물에서 170kDa transmembrane tyrosine kinase 수용체 인 EGFR을 통한 신호 전달은 세포 증식, 분화 및 생존 조절에 중요함. 반면에 EGFR이 여러 신경 모세포종 및 원발 종양 세포주에서 흔히 나타나는 EGFR의 활성 형태의 과발현인 종양 변이와 진행에 기본적인 역할을 한다는 충분한 증거가 있음.
 - EGFR의 비정상적인 활성화는 RAS / RAF / MEK / ERK, PI3K / AKT, Src / p38 / YY1 및 GBP1과 같은 다양한 신호 전달 경로의 활성화와 관련이 있으며 암세포의 생존과 증식을 유발하여 이러한 세포의 침습 용량을 증가시킴.
- 이전에 연구된 데이터에 추가하여, 본 연구는 저주파 자기장에 대한 간헐적 노출에 의해 유발되는 조기 신호 메커니즘을 제안하며, 저주파 자기장에의 노출은 인간 신경모세포종 NB69의 전계 유도형 증식에 영향을 미칠 수 있음을 보여줌. 상기 메커니즘은 MAPK 신호 전달 캐스케이드 p38 및 ERK1 / 2의 활성화에서 EGF 막 수용체를 포함하여 세포 증식을 촉진시키는 것을 확인하였음.

문헌 출처 - <https://www.cellphysiolbiochem.com/Articles/000062/>

(리포터 : 이석제 선임연구원, 미래전파공학연구소)

미래전파공학연구소에서는 ‘EMF Weekly Brief’ 를 매주 발송하고 있습니다. EMF Weekly Brief에는 전자파 인체영향과 관련된 최신 국외 동향을 제공하고 있으며, 내용에 대한 문의나 제안사항 등은 아래로 연락주시기 바랍니다.

문의처 : 미래전파공학연구소(www.ifre.re.kr)

조사연구부 이석제 선임연구원 (02-325-7022, sjlee@ifre.re.kr)

EMF Weekly Brief

호	발간일	제 목
제232호	2019.6.24.	50Hz 자기장에 의한 신경모세포종의 MAPK 신호 활성화에 대한 EGF 수용체의 관련성
제231호	2019.6.12.	소아의 실내 ELF MF 노출 분석을 위한 기계 학습의 활용
제230호	2019.4.15.	5G네트워크와 관련된 건강 위험 요소
제229호	2019.4.04.	경찰관과 Airwave Health 모니터링 요원 48,518명의 개인 라디오 사용에 따른 암 위험성의 연구
제228호	2019.3.19.	배아줄기세포 분화시 저자기장이 DNA메틸화(化)에 미치는 영향
제227호	2019.2.18.	고주파 전자기장 노출에 따른 갈색 세포종에 의한 거대 나노입자 클러스터의 흡수를 증가
제226호	2019.1.25.	전자파가 남성 생식력에 미치는 영향
제225호	2019.1.10.	RF-EMF 노출에 의해 발생 가능한 중추 신경계 영향
제224호	2019.01.02.	휴대전화 방해전차 전자기장의 노출이 혈액 인자에 미치는 영향 : 혈액 연구
제223호	2018.12.13.	비이온화 전자파 노출에 따른 유산 위험 : 전향적 코호트 연구
제222호	2018.11.9.	NTP 무선 주파수(2G, 3G 이동통신) 전자기장에 관한 마우스 연구에 대한 최종보고서 발표
제221호	2018.11.1.	무선 주파수 전자기장(RF-EMF)에 대한 호주 성인의 개인 노출
제220호	2018.10.12.	저출력 전자기장을 통한 cryptochrome의 세포 내 활성 산소(ROS) 조절
제219호	2018.10.2.	2.45 GHz 비 이온화 방사선이 어린 쥐의 고환 구조에 미치는 영향
제218호	2018.9.27.	폴란드의 방송 센터 근로자들 사이의 전자기장 노출 평가
제217호	2018.9.18.	비이온화 전자기장의 생물학적 영향: 동전의 양면성
제216호	2018.9.10.	열 통증 임계치에 대한 LTE 휴대전화 전자기장 노출의 효과
제215호	2018.8.29.	RF-EMF 위험 인식에 대한 연구가 현실의 우려를 충분히 반영하는지에 대한 재검토
제214호	2018.8.24.	전자파 노출에 대한 지식과 RF-EMF의 위험 인식의 상관관계
제213호	2018.8.13.	전자기장에 노출된 Wistar Albino Rats의 해마 및 소뇌에 대한 멜라토닌과 omega-3의 보호 효과
제212호	2018.8.3.	청소년의 기억 능력 및 무선통신 전자파의 뇌 영향에 대한 전향적 코호트 연구
제211호	2018.7.24.	인간 해마에 대한 장시간의 전자기장 노출 영향
제210호	2018.7.16.	2.4GHz 무선주파수(Wi-fi)의 전자파 노출에 따른 랫트의 간질 행동 영향
제209호	2018.6.28.	전자파 과민증(IE-EMF)에 대한 대만의 대표 조사 및 국제 문헌과의 비교 연구
제208호	2018.6.18.	휴대 전화의 열 유도로 인한 뇌 조직의 온도 변화 평가
제207호	2018.6.8.	간엽 간질 세포에 대한 극저주파 전자기장의 세포 독성 및 유전 독성 영향 평가
제206호	2018.6.4.	극저주파 전자기장 노출에 따른 꿀벌의 인지 기능 및 운동 능력 저하
제205호	2018.5.23.	신체 착용 측정기(PEM)를 이용한 인체 노출 조건의 효과적인 분석(2.4 GHz 대역)
제204호	2018.5.16.	일반 대중에서 나타나는 전자파 과민증(EHS)의 특성
제203호	2018.5.8.	EMF에 대한 사전정보가 노시보 효과를 유발하는가? : 리스크 커뮤니케이션에 대한 실험적 연구
제202호	2018.4.25.	휴대전화 칩을 활용한 휴대전화 EMF의 뇌파 영향 억제 방안
제201호	2018.4.17.	유방암 세포(MCF-7) 내 5-FU 항증식 효과에 관한 연구: 50Hz 전자기장의 세포 사전 노출
제200호	2018.4.4.	Wifi의 인체 위험: F&M 연구결과에 대한 반박을 중심으로
제199호	2018.3.6.	불임에 대한 RF 전자기장의 영향: 체계적 문헌고찰 및 메타 분석 프로토콜
제198호	2018.2.14.	Draft NTP Technical Report: HSD:Sprague Dawley SD Rats를 대상으로 한 휴대전화 주파수 (900 MHz) 및 변조 방식(GSM 및 CDMA)에서 RF 전자파의 전신노출에 대한 독성학 및 발암성 연구
제197호	2018.2.6.	의료기기 사용으로 인한 직업인 전자파 노출 조사
제196호	2018.1.26.	남인도 의대생을 대상으로 한 휴대전화 전자파가 갑상선 기능에 미치는 영향

호	발간일	제 목
제195호	2018.1.22.	뇌실 하부(SVZ) 신경발생조직의 Wnt / β -catenin 의존 조절을 통해 극저주파 전자기장에 노출된 생쥐의 후각 기억이 향상됨
제194호	2018.1.10.	일본 일반인들이 휴대전화 통화 시 사용하는 귀에 대한 분석
제193호	2018.1.3.	극저주파 전자기장이 해마손상 실험 모델에서의 신경발생 및 인지행동에 미치는 영향
제192호	2017.12.26.	교류(AC) 전자기장 노출에 따른 인체 생리적 영향(혈류 속도, 근전도 변화 등)
제191호	2017.12.15.	전기 감전의 생존자에 대한 사망률 및 심장합병증 조사: 덴마크 코호트 연구
제190호	2017.12.6.	휴대전화 사용과 두통의 상관관계: 기존 단면 조사 연구에 대한 체계적 고찰 및 메타분석
제189호	2017.11.30.	장기간의 무선주파수 전자기장(835 MHz) 노출에 의한 쥐의 대뇌 피질 신경세포 영향: 과잉 활동, 자가 소화작용 및 탈수 초화 현상
제188호	2017.11.24.	골관절 및 비 골관절 연골세포에 대한 전자기장의 영향
제187호	2017.11.21.	휴대전화 자기장 방사선이 쥐의 혈청철(Si) 수준에 미치는 영향
제186호	2017.11.8.	임신 중 휴대 전화 사용이 아이의 언어 및 운동 기능에 미치는 영향
제185호	2017.11.1.	1.8GHz 고주파 전자기장이 쥐의 기억능력(새로운 대상 인식 관련)에 미치는 영향
제184호	2017.10.18.	휴대전화 사용이 사람의 뇌에 미치는 영향 :뇌파(EEG)를 이용한 연구
제183호	2017.09.26.	휴대폰-무선전화 사용과 인지기능의 변화: 호주 초등학교를 대상으로 한 코호트 분석
제182호	2017.09.18.	일본 전자파 과민증 증상인들에 대한 질문지 개발, 평가방법
제181호	2017.08.17.	전자파 과민증(EHS): 의학계가 맞이한 새로운 도전
제180호	2017.08.07.	절제불가능한 담관암 환자에 대한 화학요법과 고주파 열 치료법 병용 연구 : 사례 보고
제179호	2017.07.18.	SH-SY5Y 신경아세포종 세포주의 다른 강도에서 극저주파 전자기장의 효과에 대한 단백질 분석
제178호	2017.06.16	915 MHz 무선주파수 사전 노출에 의해 유도된 적응 반응: 항산화 효소 활성화에 대한 가능한 역할
제177호	2017.06.15	휴대전화 사용, 학교 전자기장 수준 및 관련 증상 : 이즈미르(Izmir) 고등학교 2150 명을 대상으로 한 횡단면 조사
제176호	2017.06.02	휴대전화 사용과 신경교종 위험 : 체계적인 검토 및 메타 분석
제175호	2017.03.23	전자파 노출 후 세포 실험을 통해 생성된 쥐 배아의 평가 : 형태학적 연구
제174호	2017.02.27	비전리 방사선을 사용하는 진단 장치에 대한 ICNRP 성명서 : 기존 규정 및 잠재적 건강 위험
제173호	2017.02.03	GSM 무선주파수 노출은 어린 토끼에게 카스파제 의존 경로에 의한 세포 자멸을 유도함
제172호	2017.01.24	생체전기장 증진 장치 : 세포 실험에서 막 전위 및 세포 이동에 대한 영향
제171호	2017.01.18	당신의 전화기는 어디에 있습니까? 15~40세 여성의 스마트폰 휴대 및 관련 위험 지각 조사: 설문 조사 및 파일럿 연구
제170호	2017.01.11	스위스 청소년의 무선주파수 전자기장 개인 노출 측정
제169호	2017.01.05	갑상선 기능 항진증 실험쥐의 골 손실에 대하여 전자기장(EMF)이 미치는 영향
제168호	2016.12.30	자기 평가를 통한 전자파 과민증의 개인 노출 영향 - 이중맹검법을 통한 무작위 대조 실험
제167호	2016.12.19	골내 임플란트 주위의 뼈 치료에 대한 전자기장의 영향 : 생체 내 연구
제166호	2016.12.7	2016년 노동 규정에서 EMF 통제(CEMFAW)에 대한 지침 (2)
제165호	2016.11.24	2016년 노동 규정에서 EMF 통제(CEMFAW)에 대한 지침 (1)
제164호	2016.11.15	휴대전화 사용과 건강 악화 증상 간의 관계에 대한 단면 연구
제163호	2016.11.7	수컷 성장기 쥐에게 900 MHz 전자파를 장기 노출시켰을 때 심장의 형태 및 생화학적 영향
제162호	2016.10.28	근로자의 EMF 노출을 줄일 수 있는 개인보호장비
제161호	2016.10.18	약한 수준의 휴대전화 무선주파수 전자파를 식물에 노출
제160호	2016.10.10	휴대전화 사용에 따른 청소년의 집중력과 행동문제 : 전향적 연구
제159호	2016.9.29	휴대전화 전자파의 장기 노출이 청각 기능에 미치는 영향

호	발간일	제 목
제158호	2016.9.20	쥐의 뇌에 휴대 전화 방사선의 부작용에 대한 생화학적 및 조직학적 연구
제157호	2016.8.30	휴대전화 전자파에 노출된 쥐의 착상 전 배아의 생존 평가
제156호	2016.8.16	극저주파 자기장이 세포 구조에 미치는 영향을 조사, 메커니즘을 제안
제155호	2016.7.27	극저주파 자기장에 노출된 산모 : 임신 및 태아의 발달 속도와 관련
제154호	2016.7.19	극초단파 휴대전화 전자파가 인체 건강에 미치는 영향
제153호	2016.6.20	전력선 거리와 소아 백혈병 발생률과의 관계 : 캘리포니아 인구기반 사례-대조 연구
제152호	2016.6.8	호주 연구: 30년의 데이터는 휴대전화와 뇌암 사이에 아무런 연관이 없음을 보임
제151호	2016.4.18	호주 연구: 휴대전화 및 무선전화 사용이 초등학교 아이들의 인지 기능에 미치는 영향
제150호	2016.4.11	영국, EU Directive에 기반하여 직업인 전자파 가이드라인 제정을 위한 의견 수렴
제149호	2016.3.28	인도 연구: 휴대전화 사용이 남부 인도 부도심 지역의 성인 건강에 미치는 영향
제148호	2016.3.22	INTEROCC 연구: 극저주파 전자기장에서의 직업적 노출과 뇌종양 발병 위험 연구
제147호	2016.3.14	캐나다 킹스턴 지역 교사 연합은 학교에서 Wi-Fi 금지를 요구함
제146호	2016.3.7	캐나다 연구: 자기장에 직업적으로 노출된 남성의 유방암 발병 위험 관련성 연구
제145호	2016.2.29	인도 연구: 휴대전화를 과다 사용하는 아이들에게는 건강 문제가 생길 수 있음
제144호	2016.2.22	전기 침구 사용과 아프리카계 미국인 여성들의 유방암 발병률 사이 관계 연구
제143호	2016.2.15	EU, EMF로부터 직업인을 보호하기 위한 지침을 법률로 발효
제142호	2016.2.1	이탈리아 마을(피에몬테 주)에서 전자파 우려로 학교 내 와이파이 사용을 금지함
제141호	2016.1.25	역학 연구 : 휴대전화 통화 시 비전리 전자기장 방사 노출과 정신의학적 증상과의 연관성
제140호	2016.1.18	50 Hz 자기장에서의 직업적 노출은 쥐의 염색 유전자 반응 및 비장 림프구의 활성화에 영향을 주지 않음
제139호	2016.1.11	사우디아라비아 연구: 휴대전화 기지국 방사가 당뇨에 미치는 영향
제138호	2016.1.4	스위스 연구: 전자기장 치료가 뇌종양 생존률을 향상시킬 수 있는 가능성 발견
제137호	2015.12.28	극저주파(ELF-MF)에 직업적으로 노출되었을 때 용접공들의 원시 DNA 손상에 미치는 영향
제136호	2015.12.21	독일 연구: 모바일 기기에서 나오는 일상 전파 노출은 안전 제한치보다 훨씬 낮음
제135호	2015.12.15	인도 고등법원 판결: 휴대전화 중계탑은 건강에 위협적이지 않음
제134호	2015.12.10	언어능력 문제 병리학에 나타난 도전적 이슈: 모계의 전자파 노출이 자식의 언어능력 문제에 미치는 영향
제133호	2015.12.3	펜텍시필린 및 전자파 노출이 쥐의 골절 치료 개선에 미치는 영향 연구
제132호	2015.11.26	GLORE 2015 서울 회의 개최(2015.11.19.~11.20.)
제131호	2015.11.18	휴대 전화로 인한 신경교종 위험의 역학 증거에 대한 개관적 분석(synoptic analysis)
제130호	2015.11.4	한국 연구: 노출에 대한 정확한 이해를 위해 스마트폰 사용 방식에 대한 연구가 필요
제129호	2015.10.22.	극초단파 주파수 전자기 방출이 아로마(방향성) 식물의 테르펜 배출과 내용물에 미치는 영향 연구
제128호	2015.10.5.	전자파 과민증 : 미국 메사추세츠 학부모가 자녀의 학교 내 'Wi-Fi 알레르기' 증세를 법원에 고소
제127호	2015.9.22.	일본 정부는 사람이 많은 기차 내 휴대전화에 대한 기존 규제를 완화할 예정임

호	발간일	제 목
제126호	2015.9.14.	네덜란드 전향적 코호트 연구 : 직업적 노출과 치매 관련 사망률 위험
제125호	2015.9.8.	프랑스 법원, 휴대전화와 Wi-Fi 에 대한 전자파 과민증을 '심각한 장애'로 판결
제124호	2015.8.31.	스마트폰 Wi-Fi 신호가 지방유래 줄기세포에 미치는 영향 연구
제123호	2015.8.18.	호주, 세계 최초로 휴대전화 전자파가 아동 수면에 미치는 영향 연구
제122호	2015.8.10.	최근 스웨덴에서 수행된 과학적 연구결과 리뷰에서 휴대전화에 기인한 뇌암 증거를 발견하지 못함
제121호	2015.8.3.	휴대전화 기지국에서 나오는 무선주파수 전자기장 측정 모델 : 개인 측정에 대한 대응으로서 가정 예측 모델의 타당성 연구
제120호	2015.7.28.	실험 연구 : 900MHz 전자기장 노출이 쥐 난소의 원시난포 개수에 미치는 영향
제119호	2015.7.20.	EC fact sheet : EMF 노출의 잠재적 건강 영향에 대해 자주 묻는 질문
제118호	2015.7.13.	TV, 비디오 화면, 휴대전화에서 방출되는 전자기장이 닭과 쥐들에 미치는 독성 연구
제117호	2015.7.6.	EU 집행위원회, 전자기장 factsheet 업데이트
제116호	2015.6.30.	중국, 아이들의 휴대전화 사용과 피로감과의 관련성 연구
제115호	2015.6.23.	BioEM 2015, RF EMF 및 사전주의 정책에 대해 논의함
제114호	2015.6.15.	IARC Commentary : 전자기장 2B 등급 분류 비판에 대해 논의함
제113호	2015.6.8.	전기직과 전자기 과민증 사이의 관련성에 대한 반복 연구
제112호	2015.6.1.	캘리포니아 버클리 주, 만장일치로 휴대전화 건강 경고를 통과시킴
제111호	2015.5.26.	소형 TETRA 송신기가 젊은 남성의 작업능력, 행복감, 기분 또는 신체적 불쾌감에 미치는 영향 연구
제110호	2015.5.18.	호주 방사능보호·핵안전청(ARPANSA), 비전리방사선에 대한 fact sheet 발행
제109호	2015.5.12.	휴대전화 송신, 기차 내에서 더 높지만 ICNIRP 제한값 이하
제108호	2015.5.4.	스위스, 유럽 기준에 맞추어 노출기준 완화 고려
제107호	2015.4.27.	독일, 전자기장(EMF) 노출이 유전적으로 조작된 쥐의 간 및 폐종양의 성장에 미치는 영향 연구
제106호	2015.4.20.	스페인과 그리스, 기지국 노출레벨이 유럽 기준보다 낮다고 밝힘
제105호	2015.4.15.	스위스, 휴대전화 기지국의 설치 후 송아지 핵백내장 발병률 증가
제104호	2015.4.7.	ICNIRP 워크숍 개최(2015. 5. 26~28, 터키)
제103호	2015.4.2.	네덜란드, RF 전자기장과 전자파과민증(EHS)과의 연관성 역학 연구
제102호	2015.3.26.	영국, 전력선에 의한 코로나 이온 노출과 소아암 발병률과의 연관성 역학 연구 경기도의회 '전자파 안심시대조례' 재의결
제101호	2015.3.17.	뉴질랜드, 휴대전화 사용의 증가에도 불구하고 뇌종양 발병률의 큰 변화는 없음
제100호	2015.3.4.	나이지리아, ICNIRP의 전자파강도 노출 지침 채택 예정
제99호	2015.2.27.	캐나다, 휴대전화에 전자파 경고 라벨을 붙이는 법안 고려
제98호	2015.2.16.	프랑스 이동사, 신규 EMF 노출 제한 관련 법의 제정에 부정적 의견 제시
제97호	2015.2.11.	핀란드, Wi-Fi 설치 확대를 제한하는 프랑스의 신규 입법에 대해 무관심을 표현
제96호	2015.2.3.	극저주파 자기장과 유방암 발병 위험 사이의 관계 : 메타 분석, 역학 연구 극저주파 자기장에서의 주거지 노출과 ALS 발병위험에 대한 역학 연구
제95호	2015.1.27.	Microscopy and Ultrastructure 저널, Wi-Fi 노출이 아이들에게 더 위험함을 시사
제94호	2015.1.19.	고전압 가공전력선과 출생 시 주거지와의 거리와 1962 ~ 2008 년 사이 영국 내 소아암 위험에 대한 역학 연구
제93호	2015.1.6.	호주 WSA(Wi-Fi in School Australia)에서 전자파 교육영상인 '기술의 안전한 이용-안내'제작 경기도, 전자파 안심시대 조례안 보류
제92호	2014.12.24.	휴대전화 방사가 뇌파(腦波, electroencephalogram)에 미치는 영향 무선주파수 전자기장(RF field)의 건강영향과 기준에 관한 ICNIRP 워크숍

호	발간일	제 목
제91호	2014.12.16.	캘리포니아 지역, 소아암과 전력선에 대한 주거 인접성 간의 역학 연구 : 설계, 역학 방법, 연구 집단에 대한 설명
제90호	2014.12.09.	3G 휴대전화에서 방출된 전자파가 쥐의 시각 조직과 혈액 내에서 산화 스트레스 파라미터에 미치는 영향
제89호	2014.12.02.	휴대전화 사용자들의 구강에서 박리한 상피 세포 내 핵 이상(異常) 연구
제88호	2014.11.24.	장기간 휴대전화 사용과 신경교종 발병 위험
제87호	2014.11.17.	3G 휴대전화 전자기장을 수컷 쥐의 생식기에 방사했을 때 미치는 영향
제86호	2014.11.11.	휴대전화가 쥐 치아의 미량원소 함유량에 미치는 영향
제85호	2014.11.5.	교번자계(alternating magnetic field)가 건강한 유기체와 당뇨병이 있는 유기체의 신진대사에 미치는 영향
제84호	2014.10.31.	스웨덴 방사보호재단, 불분명한 뇌종양 환자의 증가에도 불구하고 과소평가되고 있음을 지적
제83호	2014.10.21.	전 노키아 최고 기술 책임자의 인터뷰 : 휴대폰의 건강 영향
제82호	2014.10.15.	Wi-Fi 설치 후, 귀와 코의 출혈 발생 학생들에 대한 보고
제81호	2014.10.6.	TETRA 주파수 대역 전자파에 대한 두부 노출(head exposure)의 발열인지 가능성 실험 조사
제80호	2014.9.29.	스마트 미터, 유아 모니터 및 학교 내 와이파이 사용과 인체 영향
제79호	2014.9.22.	휴대전화와 암 / Part 2. 발암성에 대한 동물연구
제78호	2014.9.15.	GSMA, 주요국의 이동통신 시설 및 단말기에 대한 전자파노출 기준 인포그래픽 (infographics) 발표
제77호	2014.9.2.	LEXNET 프로젝트 및 발간 보고서
제76호	2014.8.25.	영국, 건강에 대한 영향으로 이동사의 안테나 설치를 금지
제75호	2014.8.18.	LEXNET : 위험과 노출 인식
제74호	2014.8.12.	일반 야도층 담배거세미나방 활동에서 전력 주파수 자기장 영향의 재생과 둔감화
제73호	2014.8.5.	극저주파 자기장 노출 및 전기 충격과 파킨슨병의 발병 위험 연구 극저주파수 전자기장 노출이 임신 중 및 출산 후 신생아의 자폐증과 관련된 비정상적 사회성에 미치는 영향
제72호	2014.7.28.	캐나다 보건성(Health Canada), 무선 주파수(3 kHz~300 GHz) 전자기 에너지 인체 노출 제한 초안 발표 초저주파장과 휴대전화 노출이 코의 점막 및 피부에 미치는 영향
제71호	2014.7.21.	RF 노출의 시간적 변화 특성 연구
제70호	2014.7.14.	쥐 고환 조직에 UHV 송전선 전자파 노출의 영향 삼성 포스파타아제 활동에서 50Hz 전기자기장의 영향
제69호	2014.7.8	난소 절제와 장기간의 극저주파수 자기장 노출이 쥐의 아래턱관절의 조직학적 및 의학적 영향 분석
제68호	2014.6.30.	출생 시 고압전력선과 거주지간의 거리 : 1962~2008 년 영국에서의 소아암 위험 50 Hz 전자기장의 집중 노출이 임신상태 및 신생 쥐의 운동협응능력에 주는 영향
제67호	2014.6.23.	전자기장에 노출 된 쥐에서 세르톨리 세포의 세포사멸 및 혈청 산화 억제 수준에 대한 로스마리산의 영향
제66호	2014.6.16.	스웨덴 방사선안전원(SSM)의 「전자기장에 관한 과학평의회」 보고서 발간 극저주파수 전자기장 노출이 중추신경흥분제로 유도된 쥐의 발작에 대한 영향
제65호	2014.6.9.	극저주파수 자기장 노출과 척수 손상으로 인해 발생하는 강직성 통증 및 이와 관련된 뇌속 신경 전달물질 농도 회복
제64호	2014.6.2.	영국 국민보건서비스(NHS) 「최근 공표 휴대전화 역학연구」 에 대한 보도발표 극저주파수 전자기장 노출이 쥐 해마의 장시간 상승작용에 미치는 영향

호	발간일	제 목
제63호	2014.5.26.	프랑스 국립보건의학연구소(INSERM), 최근 공표한 휴대전화 역학연구에 대한 보도 발표
		극저주파수 전자기장이 인간 지방에서 유래된 줄기세포의 생존과 증식에 미치는 영향
제62호	2014.5.19.	2 년 간의 전향적 코호트 연구 : 50 Hz 자기장의 주거 노출과 유산 위험의 연관
		난모세포 분화와 여포세포 성장에 대한 저주파수 전자기장 노출의 영향
제61호	2014.5.13.	극저주파 자기장(50 Hz, 0.5 mT)이 유럽 초파리의 건강 구성요소 및 운동활성에 미치는 영향
		극저주파수 자기장에 의한 쥐의 뇌에 산화스트레스 유도
제60호	2014.4.28.	50 Hz 회전자기장이 대장균과 황색포도상구균의 생존력에 미치는 영향
		자기장의 방해는 공간기억에 영향이 없음
제59호	2014.4.21.	캐나다 왕립학회 「무선주파수 전자기장 노출에 대한 캐나다 보건성의 안전한도」 의 공표
		직업적 극저주파 자기장 노출과 선택된 암 결과에 대한 네덜란드 전향적 코호트 연구
제58호	2014.4.14.	뉴질랜드 보건성, 학교에서의 Wi-Fi 무선 주파 전자계의 측정결과에 관한 보고서 공표
		휴대폰 사용과 두개강내 종양(intracranial tumors)의 위험성
제57호	2014.4.7.	영국 내 전력공급 종사자들의 뇌종양 위험성과 자기장의 관계
		임신한 쥐의 휴대전화 노출에 따른 CA1 피라미드 뉴런의 고유 전기생리학적 특성의 변화
제56호	2014.3.31.	ARPANSA 「무선주파수 전문가 패널 보고 : 무선주파수의 건강영향연구 리뷰」 발표
제55호	2014.3.24.	휴대전화의 사용과 발기기능
제54호	2014.3.17.	휴대전화에서 방출된 1800 MHz 전자파의 골절 치료에 대한 영향
		극저주파 전자기장에 대한 주거 근접성과 부정적 출생 결과의 코호트 연구
제53호	2014.3.3.	자기장 노출과 소아 백혈병 위험
제52호	2014.2.21.	국제암연구소(IARC) - 「세계암보고 2014」 발행
제51호	2014.2.17.	국제암연구소(IARC)의 격년보고서 2012~2013
제50호	2014.2.10.	전자기장(EMF) 노출의 잠재적 건강 영향에 대한 사전 의견 공공협의
		슬로베니아, 주변 환경에서의 전자기장을 모니터링하는 웹 및 모바일 어플리케이션 개발
제49호	2014.2.3.	2.4 GHz WiFi 신호 전신 노출이 알츠하이머병(3xTg-AD)의 트리플 유전자 변형 성체 마우스 모델에서 인지 장애에 미치는 영향
제48호	2014.1.27.	북유럽 방사선 안전 당국, 공동성명 발표
제47호	2014.1.20.	역학연구 : 집중적인 휴대전화 사용 10 년 후, 악성 뇌종양의 발병률과 사망률
제46호	2014.1.13.	단면연구 : 휴대전화 기지국 GSM 복사에 관한 자각증상
제45호	2014.1.6.	낮은 강도의 무선 주파수 방사에 노출된 배아세포에서 활성산소종의 과잉 생산
제44호	2013.12.23.	휴대전화에 의해 생성된 전자기장 복사(EMFR)의 공복혈당 노출영향
제43호	2013.12.16.	휴대전화의 전자파는 성숙숙기에 도달하는 과정의 쥐 고환조직에 영향을 주지 않음
제42호	2013.12.2.	단면 연구 : 청소년의 웰빙과 휴대전화 사용과의 관계
제41호	2013.11.18.	일정한 온도 조건 하에서 마우스 망막 신경절 세포 반응에 급성 RF 노출 (GSM-900, GSM-1800, 및 UMTS)의 영향은 없음
제40호	2013.11.11.	스위스 연방환경국에서 「RF방사의 보건영향 평가에 관한 보고서」 공표
제39호	2013.11.4	심장 박동기 기능의 전자기간섭 리스크에 대한 일반적 전자파 환경시험
제38호	2013.10.28.	ANSES 전자파 노출의 제한에 관한 권고의 발행
제37호	2013.10.21.	휴대전화 전자파에 의한 정모세포 손상을 막아주는 멜라토닌의 역할
제36호	2013.10.14.	영국 청신경종 연구
제35호	2013.10.7.	스웨덴 하델 연구팀은 휴대전화의 종양 발생 위험률을 재차 확인함

호	발간일	제 목
제34호	2013.9.30.	콜롬비아, 실시간 기지국 노출 모니터링 시스템 시작
제33호	2013.9.23.	사람의 표피줄기세포 증식에 있어서 저주파 전자기장의 영향 : 시험관 연구
제32호	2013.9.16.	GSM-1800 신호에 의한 신경네트워크의 체외 노출연구
제31호	2013.9.9.	남아메리카의 모바일 기기에 대한 안전한 접근을 보장하기 위한 일관성있는 기준의 필요성
제30호	2013.9.2.	2.8 GHz 노출이 쥐의 인지기능에 미치는 영향
제29호	2013.8.26.	4 W/Kg의 RFID 신호는 쥐의 갑상선 기능에 아무런 영향을 미치지 않음
제28호	2013.8.19.	송전선 주위의 인구이동과 청소년기의 백혈병 발생에의 영향력
		Geocap study : 고압송전선 근처의 청소년들의 백혈병
제27호	2013.8.12.	휴대전화 오래 통화시 암 위험 증가
제26호	2013.8.5.	휴대전화 등 무선설비에 대한 전자파 등급제도 도입
제26호	2013.8.5.	휴대전화 방사 관련 소송 : Bernstein Liebhard 로펌은 휴대전화 방사가 뇌조직의 손상을 유발한다는 새로운 연구를 찾음
제25호	2013.7.29	청소년 사이에서 일어나는 중독 : 스마트폰
		마이크로파 방사에 장기간 노출은 암 성장을 유발 - 레이더 및 무선 통신 시스템에서의 증거를 통해
제24호	2013.7.22.	전자기장의 바이오효과에 대한 선량측정 평가
제23호	2013.7.15	스마트 미터와 스마트 가전제품에 의한 낮은 강도의 RF방사 노출의 생물학적 영향 및 시사점
제22호	2013.7.8.	(네덜란드 보건위원회) 휴대전화와 암(제1부) : 뇌종양과의 역학관계 자문보고서 발간
제21호	2013.7.1.	휴대전화의 사용과 청신경에 관한 영국의 연구
		디지털 치매(digital dementia)의 급증
제20호	2013.5.20	독일 요하네스 구텐베르크 대학, 전자파에 대한 불안감이 육체적 통증으로 연결
제19호	2013.5.13	스웨덴 방사선안전청(SSM), 전자파에 관한 과학위원회 보고서 발표
제18호	2013.5.06	유럽위원회(EC), EMF와 인체영향 위험 커뮤니케이션에 관한 워크숍 개최
제17호	2013.4.29	미국암학회, 휴대전화 기지국이 암에 미치는 영향에 대한 정보 업데이트
제16호	2013.4.22	국제암연구소(IARC), 발암성물질분류 업데이트
		독일방사선방호위원회(SSK), 2012 년도 연차보고서 공표
제15호	2013.4.15	어린이의 휴대전화 사용과 ADHD의 위험 증가
제14호	2013.4.5	FCC, 미국 RF 안전규칙 검토 착수
제13호	2013.3.29	국제비전리방사보호위원회(ICNIRP), 새로운 조직편성 공개
		호주, “휴대전화 및 기타 무선기기에서 발생하는 전자파를 줄이는 방법” 공개
제12호	2013.3.22	일본 미야자키현, KDDI社를 상대로 이동통신기지국 운용 중단 소송 항소심 시작
제11호	2013.3.15	이스라엘, 휴대전화 사용과 갑상선암과의 가능성 발견
제10호	2013.3.8	극저주파 자계의 직업 노출과 신경변성질환 : 메타분석
		벨기에, 미성년자대상 휴대전화 광고 금지
제9호	2013.2.22	호주 암협회(Cancer Council), 암 관련 괴담들 제대로 알자 - 세계 암의 날 메시지
제8호	2013.2.15	이탈리아 시칠리아주, 전자파 인체영향 연구 부족으로 미군 위성기지 불인정
제7호	2013.2.8	프랑스 플뢰르 뵘렝 장관, 전자파 방지법 국회논의 거부
제6호	2013.2.1	유럽환경청(EEA) 휴대폰 전자파 피해를 줄이기 위한 작업 요청
제5호	2013.1.25	2012 년 12 월, 프랑스에서 개최된 Journee Bio 2012의 발표자료 공개
		네덜란드 국립기관에서 전자파 과민증(electrosensitivity)에 관한 문서 공표
제4호	2013.1.18	스웨덴 Lennart Hardell, 휴대전화의 뇌종양 위험성 증가에 대한 연구결과 발표

호	발간일	제 목
제3호	2013.1.11	인도의 이동통신 기지국 방사수준 900 배나 높아
		바이오이니셔티브 2012, 무선(Wireless)과 EMF에 대해 경고
제2호	2013.1.4	국제암연구소(IARC), 극저주파 노출과 소아 백혈병에 관한 연구결과 공표
제1호	2012.12.28	비엔나 의학협회, 공공장소 내 휴대전화사용금지구역 요청
		미국소아과학회(AAP), 휴대전화안전법 지지
		유럽의회(EP) 고용사회위원회에서 직업인의 전자파 노출 보호에 대한 법안 채택