

The physiological effects of ELF irradiation in mice

Kenichi Saito¹⁾, Ming-Fang Wu²⁾, Hung-Wei Chiu³⁾

¹⁾ Laboratory of Environmental Health and Food Science, Nippon Veterinary and Life Science University, Musashino, Tokyo 180-8602, Japan

²⁾ Animal medicine Center, School of Medicine, National Taiwan University, No. 1 Jen-Ai Road, 1st Section Taipei, 100 Taiwan

³⁾ Department of Electronic Engineering & Graduate Institute of Computer and Communication Engineering, National Taipei University of Technology, No. 1, Section 3, Chung-hsiao E. Road, Taipei, 10608 Taiwan

Abstract

In recently, there are many home electric appliances in human living environment and various frequency electromagnetic fields are emitted from those devices. We may be exposed to many electromagnetic field in everyday life. We doubted whether the environment of an extremely low frequency electromagnetic field (ELF-EMF) emitted by an apparatus had an adverse effect to creature. The our study describes biochemical inspection result with ELF-MF (60Hz) exposed to the mice. The mice were then placed in its cage into the exposure coil and ELF or sham exposure (control) group were examined. The mice were housed under controlled conditions of temperature (22 ~ 24 °C), humidity (about 60%), and light (12-h dark/light cycle). Duration of exposure in this experiment was all day, and collected blood of the mouse of the age for 90 days after birth. We analyzed the mice blood by an automatic analyzer. We analyzed the mice blood serum by an automatic analyzer. The difference was seen in GOT and GPT which were the enzyme of the liver of the mouse between both groups. GOT and GPT of the exposed group mice decreased. However, there was not the statistical significant difference. In this experiment, much death was observed to the mice of irradiation group. We conducted a pathological investigation in the brain of mice which died. An abnormal neurocyte was confirmed to the cranial nerve of mice by this study result.

Presented at the 31st ISAS Space Energy Symposium, 24 February, 2012

ELF照射がマウスの生理機能におよぼす影響

斉藤賢一¹⁾、呉 銘芳²⁾、邱 弘緯³⁾

¹⁾日本獣医生命科学大学食品健康環境学教室

²⁾国立台湾大学医学院实验动物中心

³⁾国立台北科技大学电脑与通讯研究所

近年、我々の生活環境の向上に伴い多くの電化製品や電磁調理器や通信機器が生活の中に存在する。これらから発生する電磁波は生活環境の中で増加しつつある。著者らはこれまでに電磁波照射による生体影響についての動物実験を中心とした調査検討を行っており、学会や誌上および本シンポジウムで報告してきた。電磁波照射における生体影響で熱的作用はよく知られている。一方、電磁波の非熱的作用については色々な論議はあるが未解明のことが多い。著者らは非熱的作用における要因の一つとして、磁場が生体作用に何らかの影響を持つのではないかと考えている。最近の報告では電気毛布を使用する妊婦の子供達に尿道下裂の発生頻度が高くなるとしており、このことは興味深い現象である。また、我が国の妊娠初期の 12 ～ 15 週死産胎児において男児の方が女児の約 10 倍に達している。この要因に電磁環境の悪化を懸念する報告もある。

我々はこれまでに直流磁場を妊娠マウスに照射して胎子への影響について調査検討を行った。さらに、交番磁場を胎子の器官形成期である妊娠 7.5 日から 18.5 日間に照射し、胎子の外観および骨格の催奇形性を観察し報告している。

本実験では交番磁場照射によるマウスの生理機能におよぼす影響を調べる目的から、生後 2 ヶ月間 ELF 磁場環境下で飼育し、採血をし生化学的検査をおこなった。

【材料および方法】

照射装置および照射条件

照射装置には内径300mm、長さ660mmのソレノイドを作成した。電源には商用交流(60Hz)を用い可変トランスによる電圧制御を行い、電圧計および電流計(FA-38: 富士計器)により計測および監視をした。磁場の測定にはガウスメータ(3251: 横河電機)を用いて照射条件を設定した。照射線量は 1mT とし、全日照射をした。対照群には照射装置内で偽照射をおこない、同様の処置を施した。

マウス

供試動物として国立台湾大学医学院实验动物センターで系統維持されている、交雑群 ICR マウス 60 日令雌雄を用いた。飼育環境は室温 $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 60%とし、飼料および水は自由摂取とし、明暗は 12 時間周期とした。

実験第 0 世代は 60 日令の雄 1 に雌 1 を同一ケージ内に同居させて交配した。交配日より 1mT の ELF 照射を開始した。ELF 照射下でマウスは交配、妊娠、出産、哺育を経て生後 21 日に離乳をした。以後は雌雄別々のケージに分離し ELF 照射下で飼育した。本実験に用いたマウスは対照群および照射群で雌雄各 6 匹ずつを用いた。

F1 世代のマウスが 60 日令になった時点で麻酔下で心臓採血を行い血液を採取した。マウスの血液は台灣大學医学院実験動物センターで生化学検査をおこなった。検査機器は血液検査および血球およびリンパ球数の計測には MEDONIC CA620 (Beckman Coulter, UK)を用いた。血液中の成分分析には生化学自動分析装置 P-4410 (Arkay Spotchem, Japan)を用いた。検査項目は赤血球数 (RBC: red blood cell)、白血球数 (WBC: white blood cell)、リンパ球数(lymphocyte)とし、肝機能検査を目的としてグルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT: Glutamic Oxaloacetic Transaminase)、グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ (GPT: glutamic-pyruvic transaminase)、腎機能検査として総タンパク量 (TP: total protein)、血液尿素窒素 (BUN: Blood urea nitrogen)、クレアチニン (Cr: creatinine) とした。脳の病理学的観察にはアミロイドから脳神経細胞への影響を調査する目的から Congo-red 染色を、チューブリンから神経細胞への影響を調査するために Tau 抗体免疫染色法を用いた。

【結果および考察】

60 日令マウスの体重には雌雄とも対照群および照射群には差がなかった。赤血球数、白血球数およびリンパ球数においても対照群および照射群には差がなかった。また、ヘマトクリット値や血小板数には差が見られず、ELF 照射により貧血や感染症などは発症していなかった。腎機能についても顕著な差は見られず、ELF 照射の影響は確認できなかった。肝機能については照射群の GOT および GPT が対照群に比べて低下していたが、個体数が少ないのと、バラツキが大きいことから統計的有意差は見られなかった (Fig. 1, Fig. 2)。また、解剖所見でも、肝臓に急性肝炎、劇症肝炎や脂肪肝、肝硬変といった肝疾患についても観察されていない。また、他の臓器にもガンや肉腫などの症状は観察されなかった。

GOT と GPT は酵素であり、ヒトの体内ではほぼ同じ働きをする。近年、生化学者が GOT と GPT の名前をかえ、GOT は AST (アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ) と GPT は ALT (アラニン・アミノトランスフェラーゼ) という名称に変更されつつある。GOT (AST) はアミノ酸をつくりだす酵素の一つであり体の重要な構成要素である。しかし、GPT (ALT) は肝臓の細胞だけあるが、GOT は肝臓の細胞以外にも心臓の筋肉や手足の筋肉、血液の赤血球の中に存在する。肝臓や腎臓の細胞に多く含まれており、これらの臓器に障害が起こると、障害された細胞に比例した量の GOT が血液中に漏れ出すことになる。本実験の結果は照射群の GOT と GPT の検査値が対照群に比べて、減少し

ていた。類似の報告は食品着色料の毒性実験である。赤色 102 号 2 %を含む飼料を、ラットに 90 日間食べさせたところ、赤血球数が減り、さらにヘモグロビン値、GOT、GPT の低下が認められている。本実験においては赤血球数およびヘモグロビン値には対照群と比較して差はなかった。従って、この実験結果での照射群の GOT および GPT が対照群に比べて低下したことについては原因が不明である。

本実験において食殺や生育中の死亡マウスが観察された。このことから、死亡した胎子の脳について病理組織的検索を施した。アミロイド (Amyloids) が異常に蓄積すると、神経変性の原因になることから言われていることから Congo-red 染色により調べた。また、神経原線維変化はリン酸化されたタウ蛋白から構成されことから、マウスの脳をTau抗体免疫染色法により検討をした。その結果、Congo-red染色およびTau抗体免疫染色のどちらでも染色性があり神経細胞の変成が確認できた。脳神経の異常が生育中の死亡に関与していると考えられるが、そのメカニズムは本実験において解明には至らなかった。

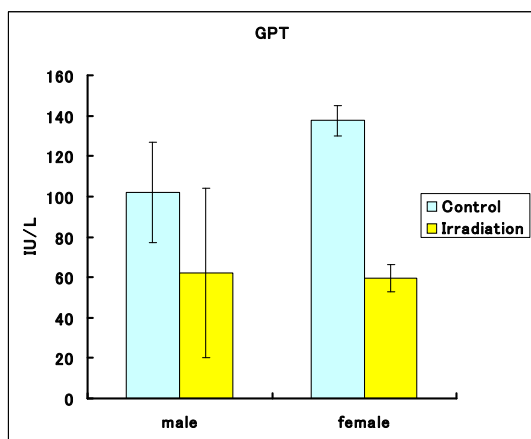


Fig. 1 The measurement result of GOT.

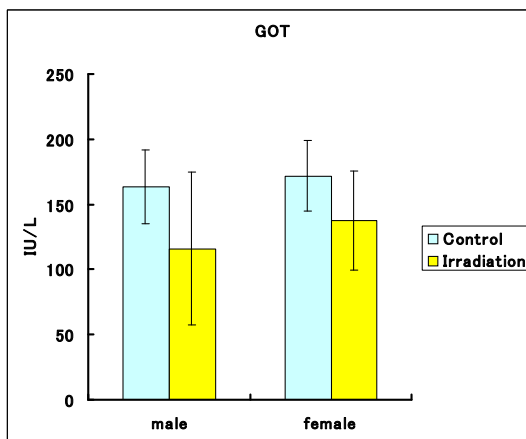


Fig. 2 The measurement result of GPT.

【文献】

1. Kenichi Saito and Katsushi Suzuki. Maldevelopment of Early Chick Embryos Induced by Non-thermogenic Dose Radio Frequency Radiation at 428MHz for the First 48 Hours. Congenital Anomalies, Vol. 35, 1995, p 235-243.
2. Kenichi Saito, Hiroetsu Suzuki, Katsushi Suzuki. Teratogenic effects of static magnetic field on mouse fetuses. Reproductive Toxicology Vol. 22, 2006, p118-124.