

In biochemical data, significant differences were observed in total protein concentration and glucose level for short term exposure, in amylase activity and glucose level for long term exposure, when compared to cage control group, respectively. However, these differences do not attribute to the intensity of IF-MF exposure because the data did not show dose-dependent relationship. Hematological data did not show any significant differences. Under short and long term exposure conditions, immune function such as cytotoxic activity and phagocytotic activity did not show any effects. We also analyzed T cell population in peripheral blood. Populations of Helper T cell, double positive, double negative, and Killer T cell after long term exposure did not show any significant difference (Table). Overall, no significant effect were detected under our experimental conditions.

Table: Results of T-cell subset analysis in a peripheral blood after long term exposure

	cage control (n=11)	Sham(n=12)	3.8mT(n=12)
CD4/CD8 ratio	1.82 ± 0.16	2.03 ± 0.34	2.00 ± 0.28
CD8+/CD4+ (%)	1.68 ± 0.41	1.54 ± 0.21	1.53 ± 0.40
CD8-/CD4- (%)	0.73 ± 0.73	0.77 ± 0.78	0.77 ± 0.43

4. CONCLUSIONS

In this study, we reported the biochemical, hematological and immunological effects of 21 kHz IF-MF exposure to rats' whole body. To generate high magnetic density, we developed an exposure apparatus for this purpose. The apparatus can generate maximum 3.8 mT, which is 141 times higher than the reference level for general public of ICNIRP guideline [3]. Exposure to IF-MF was done at 1hour/day for three consecutive days or 14 consecutive days (2 weeks), however, all of results were negative. Therefore we could conclude that IF-MF did not show any toxicity under these experimental conditions. However, the exposure condition in this study was limited, therefore, further study will be needed.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Health Labour Science Research Grant, The Ministry of Health Labour and Welfare, Japan.

REFERENCES

- [1] WHO Environmental Health Criteria 238 (2007): Extremely Low Frequency (ELF) Fields. WHO, Geneva, Switzerland
- [2] Ohtani S, Ushiyama A, Unno A, Hirai Y, Suzuki Y, Wada K, Kunugita N, Ohkubo C. Development of novel in vivo exposure apparatus for intermediate frequency magnetic field. 10th International Conference European Bioelectromagnetics Society, Rome, Feb.21-24, 2011, proceedings.
- [3] ICNIRP, Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz - 100 kHz). Health Physics 99(6):818-836; 2010.

Bioelectromagnetic Society 2012

PB-46 [10:15]**Effects of abdominal local exposure of intermediate frequency (21kHz) magnetic fields on fetal development in rats**

Akira Ushiyama¹, Shin Ohtani², Machiko Maeda², Yuki Hirai³, Yukihisa Suzuki³, Keiji Wada³, Naoki Kunugita¹ & Chiyoji Ohkubo⁴

¹Department of Environmental Health, National Institute of Public Health, Wako, Japan, 351-0197

²Department of Hygienic Chemistry, Meiji Pharmaceutical University, Kiyose, Japan, 204-8588

³Tokyo Metropolitan University, Hachioji, Japan, 192-0397

⁴Japan EMF Information Center, Minato-ku, Japan, 105-0014

Due to the lack of science based evidences of exposure effects of intermediate frequency magnetic fields (IF-MFs), we teratologically evaluated them by using pregnant rats. Using newly-devised in vivo exposure apparatus which can expose IF-MFs locally to the abdomen of rats being similar exposure conditions with pregnant women standing close to induction heating (IH) cooking hob. Obtained data are currently under analysis.

Long Abstract**Introduction**

The Environmental Health Criteria No.238 published by the World Health Organization requires the need for biological studies on hazard identification and health risk assessment of IF-MFs. The induction heating cooking hob emits such IF-MFs (20-90 kHz) and is recently wide spreading in some countries including Japan. When people use the IH cooking hob, abdomen is close to the hob. Therefore, reproductive and developmental effects are one of the main public concerns. Although it is reported that there are lack of teratological effects in rats due to 20 or 60 kHz MFs exposure [1], rats are whole-body exposed with relatively low intensities. In this study, we evaluated teratological effects of abdominal exposure to pregnant rats at higher level of IF-MFs.

Materials and Methods

Both sexes of Sprague Dawley rats (Japan SLC Inc.) were purchased at the age of 11 and 9 weeks, respectively. After one week habituation, females were checked optimal day for mating with a vaginal impedance checker, and mated with male if their impedance value are enough high. In the morning of the next day, vaginal smear was checked to identify copulated females as gestation day 0. Pregnant rats were randomly divided into three groups (n=10-11 each): exposure, sham exposure and cage control group, respectively. For the abdominal exposure, we used originally developed apparatus, which have the spiral coil and emit sinusoidal MFs with 21 kHz [2]. We set MFs intensity to 10.3 mT at the center of abdominal surface. Exposure (or sham exposure) was done for 1hr/day from gestation day 7 up to 17. During exposure, dams were fixed in an acrylic holder except cage control group. On the gestation day 20, their fetuses were excised and weighed. The number of live fetuses, dead fetuses, and implantation sites were recorded. Half of live fetuses were placed in Bouin's fixative and examined for external and internal abnormalities. Other half of live fetuses were eviscerated then fixed in alcohol, and their skeletons were stained with Alizarin red S and Alcian Blue 8GX. All teratological evaluations were conducted in a blind fashion.

All experimental procedures complied with the ethical guidelines for animal experiments at the National Institute of Public Health, Japan.

Results and discussion

In this study, we examined numeral dosimetry using a pregnant rat model of gestation day 16 rat. Under the exposure conditions described above, induced electric field of each fetus ranged between 0.611 to 5.74 V/m (mean 3.01V/m) depending on the relative position to the spiral coil. The mean value is higher than the basic restriction to general public exposure (2.83 V/m at 21 kHz) of ICNIRP guidelines[3].

So far, no significant difference was observed in dams' body weight, average weight of fetuses, number of fetuses per dam and number of implantation sites. The data of teratological evaluations are currently under analysis. All teratological data will be presented at the BEMS meeting.

Acknowledgement

This work was supported by Health Labour Science Research Grant, The Ministry of Health Labour and Welfare, Japan.

References

- [1] Hirai *et al.*, The Bioelectromagnetic Society 33rd Annual Meeting, platform #09-3, 2011.
- [2] Nishimura *et al.*, Birth Defects Research (Part B), 92, pp.469-477, 2011.
- [3] ICNIRP, Health Phys., 99(6),pp.818-836, 2010.

PB-48 [10:15]**Impacts of arbitrary radiofrequency exposure restrictions on operation of mobile networks**

Jack Rowley¹, Peter Zollman², Brent Gerstle³ & Lars-Eric Larsson⁴

¹GSM Association, London, UK, EC4A 3BF

²Vodafone Group Research and Development, Newbury, UK, RG14 2FN

³Singtel Optus, Sydney, Australia, NSW 2113

⁴TeliaSonera, Karlstad, Sweden, SE-651 15

「中間周波数磁界の催奇形性に関する研究 および BEMS2012参加報告」

国立保健医療科学院
牛山 明

医用生体電磁気学研究会 平成24年8月2日

中間周波数磁界の催奇形性に関する研究

- 厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)「居室における中間周波電磁界に関する研究」(代表研究者:大久保千代次)の一環として実施中(平成21~24年度)
- 同研究では、電気工学班、細胞研究班、動物研究班の3班を組織し、連携して研究を実施。

中間周波数(300Hz-10MHz)の電磁界発生源

- VDT 15~25kHz
- 電磁誘導加熱装置 (IH) 20~90kHz
- 電子タグ (RFID) 100kHz - 135kHz以下
- 電子商品監視機器 (EAS) 8.2MHz前後
- 非接触ICカード Suica, Edy 13.56MHz
- 放送・通信機器など

IH調理器からは、商用周波数電磁界も発生している

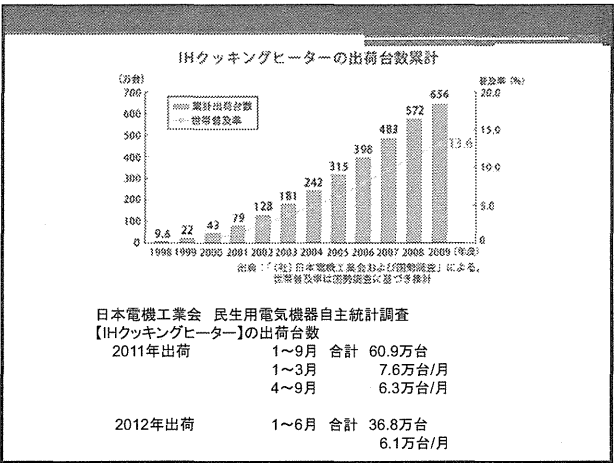
(JEIC 大久保先生より)

中間周波電磁界について

WHO環境保健クライテリア (EHC) 238 (2007) では今後の研究推奨事項として

「中間周波数帯(300Hzから100kHz)の電磁界に関するデータが欠如しているため、健康リスク評価のための十分なデータベースを構築する必要がある。」と明記。

(JEIC 大久保先生より)



目的

IH調理器で使用される中間周波数帯(20kHz)の磁界の催奇形性の有無を評価する。

方法

催奇形性試験
胎児の器官形成期に妊娠ラット腹部に局所的に強い磁界にばく露し、胎児への影響を調べる。
ばく露に用いる装置は、既存のIH調理器ではなく、動物実験用に新たに開発し、同時に曝露評価(ドシメトリ)も電気工学班と十分に検討する。

電力中央研究所における先行研究

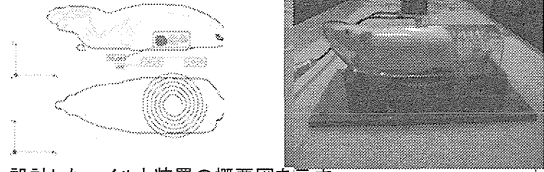
- IH調理器のばく露を想定した研究=正弦波のばく露

鶏卵に20kHz、1.1mTのばく露→発生には影響なし
 妊娠ラット(7日目~17日目)に20kHz、0.2mTの全身ばく露 →親獣の血液指標・仔の発生には異常なし、と報告

しかし

- IH調理器は、短時間かつ腹部への局所ばく露
- 誘導電界、誘導電流の発生状況についてドシメトリが必要

開発したばく露装置の概要図



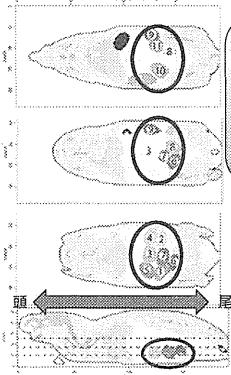
- 設計したコイルと装置の概要図を示す。
- 渦型コイルは胎児付近に位置する母ラットの腹部の下に設置した。
- コイルの形状は渦型コイルの巻き数を5とし、2段重ねるものとした

数値ドシメトリによる評価で以下の要件を満たすばく露装置を設計した

- 周波数:20kHz
- 胎児に局所化された磁界、内部誘導電界を得る。
- 胎児平均値でICNIRPガイドライン[2]の基本制限値(2.7V/m)の誘導電界を達成

[2] ICNIRP, Health Phys., 99(6), pp.818-836, 2010.

妊娠ラットの解剖学的モデル



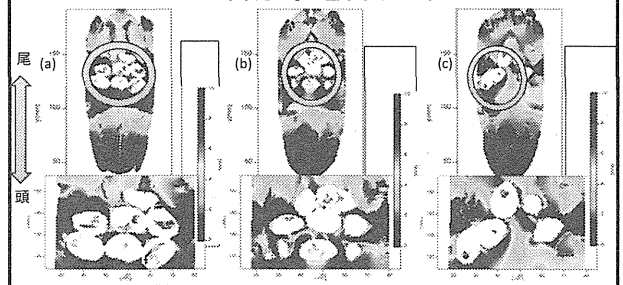
情報通信研究機構によりMRI (magnetic - resonance - imaging) 画像からモデル化されたラットモデル[4]
 - ラットモデルの組織数:15
 - ボクセル一辺の長さ:0.5mm
 - 胎児数 :11
 - 妊娠期間:16日

表. 組織の導電率[S/m] (4-Cole-Cole分散モデル[5]から求めている。)

組織外	0.0	盲腸	0.568
脂肪	0.0240	その他内蔵	0.345
筋肉	0.345	胃	0.531
肺	0.0607	羊水	1.27
胆	0.0971	胎児(脳)	0.095
眼	0.512	胎児(脳以外)	0.2
脳	0.0727	皮膚	0.000214
骨	0.00290		

[4] Jianqing Wang, et al, IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques, Vol.56, pp.2008-2013, 2008.
 [5] S. Gabriel, et al., Phys Med. Biol., pp2271-2293,1996

内部誘導電界分布

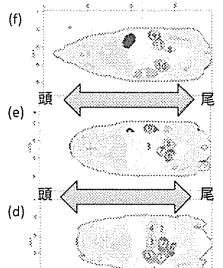
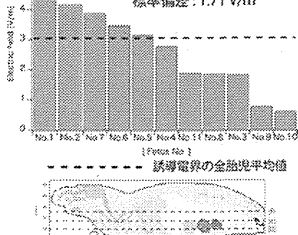


胎児周辺の誘導電界	胎児の誘導電界
5.4V/m	3.1V/m

- 周りの組織に比べ胎児の内部の値は小さい。
- 母体に比べ胎児に高い誘導電界を得るのは困難であることがわかる。

各胎児の誘導電界

全胎児平均値: 3.01 V/m
 標準偏差: 1.71 V/m



標準偏差の値が比較的大きく、胎児ごとの誘導電界にばらつきがある
 → 各胎児の位置や成長による個体差の影響も考慮すべきである。

局所ばく露への発生毒性への評価

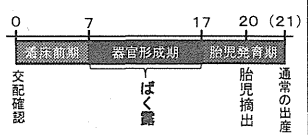
目的: 妊婦へのばく露を想定し、妊娠ラットを用いて胎児器官形成期に腹部局所が強い中間周波磁界にさらされた際の胎児への影響を明らかにする。

【ばく露中のイメージ図】



方法:

- 以下の各群を用意(各n=11)。
- ① ばく露
- ② 偽ばく露
- ③ ケージコントロール
- 妊娠7日~17日(器官形成期)の毎日午前中に1時間ばく露
- コイル中心磁束密度(ラットの腹部中心表面)は10.30[mT] (ICNIRPガイドラインの約400倍)
- 妊娠20日(正常は21日で出産)に帝王切開により胎児を摘出し、胎児の生死、発育、骨格形成および内臓の器官形成に及ぼす影響を検討
- 動物実験計画は国立保健医療科学動物実験委員会での承認済み

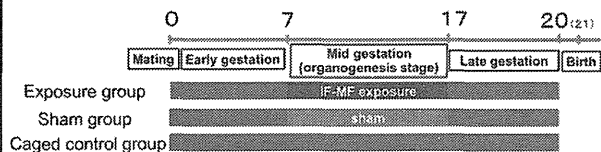
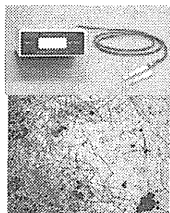


動物とばく露条件

SDラット 雌10週齢、雄ラット12週齢 で交配
雌ラットの発情期を陰インピーダンスチェック法
で確認。インピーダンス値3.0Ω以上で発情期と
判定しオスと1:1で同居。翌朝、スメアチェック
を行い、精子を確認したら妊娠0日とする。

器官形成期である妊娠7日～17日まで毎日ばく
露をおこなう。

ばく露は1日1時間とする。



エンドポイント

母獣の体重変化・健康状態
母獣の解剖時、血液検査(生化学、血球検査)
生存および死亡胎児の数、着床数
胎児の体重、性別、健康状態
胎児に対する催奇形性の評価(盲検法)
外形異常
内臓異常
骨格異常

異常に関しては、生存に直接影響する『奇形
(malformation)』と生存には影響がない『異常
(variation)』に分けて観察をした。

まとめ

- 本研究では、胎児の器官形成期にあたる妊娠7日から17日まで、1日1時間の腹部局所ばく露を行った。
- ばく露は腹部表面の最大値で10.3mT (ICNIRPガイドラインの約400倍)、数値計算では胎児に誘導される電界は平均で3.01V/m (最小0.611、最大5.74V/m) であり、ICNIRPガイドラインの基本制限値よりも高いばく露環境である(2.83V/m at 21kHz)。
- 現在までのところ、磁界ばく露と催奇形性の関連性は認められない。
- しかしながら、化学物質の催奇形性試験では最低20個体の母獣を用いて統計処理をすることが推奨されていることから、さらに個体数を増やして統計的信頼性を高める必要がある。
- また、超音波音、コイルの加熱による温度環境などについてもアーチファクトになり得ることからこれらについても厳密に管理をする必要がある。
- 影響が認められた場合は、胎児のドシメトリの不確実性を考慮し結論に結びつける。

第34回 annual meeting

34 BEAMS

- 2012年6月17-22日
- オーストラリア・ブリスベン市
- 参加登録者 210名
 - 主たる内訳
 - 日本 45、韓国 26、中国 7
 - 豪国 39、NZ 6
 - 米国 26、カナダ 6
 - 欧州 54

Plenary 1

EMF Safety: Looking Backwards, Looking Forwards

- Michael Repacholi, *University of Rome*
- Carl Blackman, *US EPA*

Plenary 2

Advances in Electroporation

- Andrei Pakhomov, *Old Dominion University, US*
- Luis Mir, *CNRS, FR*
- P. Thomas Vernier, *Univ. of Southern California, US*

Plenary 3

Risk Communication

- Peter Wiedemann, *Karlsruhe Institute of Technology, Germany*
- Ray Kemp, *RKCL, UK*
- Roslyn Young, *RozyCOMMS AU*
- Ray McKenzie, *Australian Mobile Telecommunications Association*

Plenary 4

Windfarms and Public Health

- David Black, *University of Auckland, New Zealand*

34 BE₁₁S

Plenary 5

- **Developments in Epidemiology**
 - Joachim Schuz, *IARC, FR*
 - Mark Elwood, *University of Auckland, New Zealand*
 - John Dockerty, *University of Otago, New Zealand*
 - Malcolm Sim, *Monash University, Melbourne, AU*

Tutorial

- **Science & Media**
 - facilitated by Janie Page, BEMS Newsletter Editor
 - Rodney Croft, *University of Wollongong, AU*
 - Roslyn Young, *RozYCOMMS, AU*
 - Leigh Dayton, *The Australian newspaper*

34 BE₁₁S

Oral Session (total 69)

• Epidemiology	• ELF Dosimetry
• In-vitro	• Policy + ELF Epi
• RF Dosimetry - Emissions I	• ELF/IF/Pulsed
• RF Dosimetry - Emissions II	• In-vitro (ELF)
• Dosimetry MRI	• Dosimetry – Absorption I
• Electroporation	• Dosimetry – Absorption II
• In-vivo	• Mechanism & Theory I
• Human & Clinical	• Mechanism & Theory II

Poster Session (total 104)

- Session A and B

34 BE₁₁S

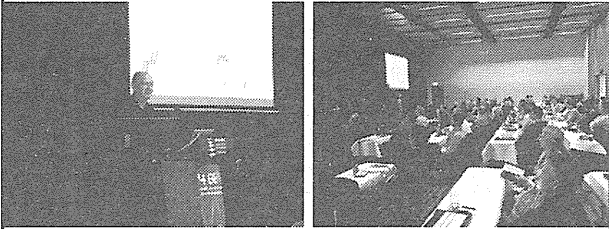
その他

- **US Airforce Workshop**
 - “EMF High-Peak-Power Pulse Bio Effects and Standard”
- **Bioelectromagnetic Research at the University of Queensland**
- **ENA Workshop**
 - “Smart Meter”

34 BE₁₁S

d'Arsonval Award

- **Niels Kuster, *IT'IS Foundation, Switzerland***



34 BE₁₁S

Student Award (poster)

(1st prize)

1,763 MHz Radiofrequency Radiation Acts on Induction of Growth Factors via Cellular Signaling

Kyu Tae Kim, Sun Young Yoon, Seong Jin Jo, Gahee Park, Woosung Chung, Oh Sang Kwon, Woong Yang Park
Seoul National University, Korea

34 BE₁₁S

Student Award (poster)

(2nd prize)

Pulsed Temperature Stimulus limits growth of Fibrosarcoma HT1080 Cells

Lucas Portelli, Aditya Kausik, Frank Barnes
University of Colorado, USA

(3rd prize)

SAR Reduction Technique by the High Impedance Surface Using the Artificial Magnetic Conductor

Seungwoo Lee, Nam Kim
Chungbuk National University, Korea

Student Award (Oral)

(1st prize)

AustinMan and AustinWoman: High Fidelity, Reproducible, and Open-Source Electromagnetic Voxel Models

Jackson Massey, Cemil Geyik, Natcha Techachainiran, Che-LunHsu, Robin Nguyen Trevor Latson, Madison Ball, Emin Celik, Ali Yilmaz

The University of Texas at Austin, USA

Student Award (Oral)

(2nd prize)

Inhomogeneity in Magnetic Fields of incubators is a confounder for Biological Variability and experimental reproducibility

Lucas Portelli, Theodore Schomay, Frank Barnes
University of Colorado, USA

(3rd prize)

A Numerical Framework for Modeling Electrotaxis in Bone Cell Cultures

Juan Carlos Vanegas Acosta, Vito Lancellotti, Peter Zwamborn
Technical University of Eindhoven, Eindhoven, the Netherlands

Business Meeting

Agenda

1. Adoption of Agenda (Schüz)
2. Approval of Minutes of Annual Business Meeting #33 (Schüz)
3. Report of the President (Schüz)
4. Journal Report by the Editor in Chief (Lin)
 - a. 2011 Most Cited Paper Award Presentation
Wilén J, Johansson A, Kalezić N, Lyskov E and Sandström M. Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. Bioelectromagnetics Volume 27, Issue 3, April 2006, Pages: 204–214.
5. Report of the Secretary (Wilén)
6. Report of the Treasurer (Chadwick)
 - a. BEMS Fiscal Year Financial Report
 7. Report of the Newsletter Editor (Page)
 8. Web Site report (Carson)
9. Recognition: (Schüz)
 - a. Retiring 2012 Board Members: Jeff Carson, Osamu Fujiwara, Thomas Vernier, Andrew Wood and Maria Scarfi.
 - b. BEMS 2012 Technical Program Committee Chair: Andrew Wood
 - c. BEMS 2012 Technical Program Committee Members
 - d. BEMS 2012 Local Organizing Committee Members: Andrew Wood and David Black
10. Election Results (Schüz)
11. Transfer of gavel & recognition of retiring president (Schüz/Black)
12. New Business (Black)
June 2013, BioEM2013 Thessaloniki, Greece (Mevisen, Chadwick)

感想 1

- プレナリーセッションは時間が充分取ってあって、とても有益であった。
- 運営等はスムーズだった。
- 参加者の減少
 - 特に、ヨーロッパからの参加者が少ない(経済的な問題?、開催地が遠い?)
- プログラム編成が良くなかった。
 - セッションの名前にそぐわない演題。
 - 生体のセッションが2つ平行。
 - Oralの時間枠が埋まっていないセッション。
 - ポスターBグループのオーディエンスが少ない。

感想 2

- ナノバルス、Electroporationに関連した発表が増加
 - さまざまな細胞影響が報告されている一方、実験条件も様々で整理が必要
- 疫学、Human Studyに関しては、昨年比べて注目度が低下
- 細胞・動物実験については高レベルのばく露実験で、影響ありなしの双方の結果
 - ばく露の評価やthermal effect について検討が不十分である。
- Biological effects について、エビデンスとしての実験科学 (in vivo, in vitro) の発表数の減少傾向。

感想 3

- 日本からのSTUDENT賞へのエントリーが少ない(1件のみ)ため、もっと積極的に登録すべき。
- 年会期間を短縮してもよいと思う。
- 参加費が高額
- オーストラリア(ブリスベン)は物価が高い(おそらく世界一高いのでは?)

生活環境中の電磁界：測定・規制・健康影響

牛山 明 (国立保健医療科学院)

現代社会の生活空間では、様々な周波数や強度の異なる電磁界が存在し、それらは直接・間接に我々の生活の利便性を向上させている。

たとえば医療機関でのMR検査では、我々の体は数テスラという強さの静磁界に晒され検査がおこなわれる。また、送配電線・家電製品からは、超低周波(50/60ヘルツ)の電磁界が発生するし、電磁調理器では数十キロヘルツの磁界の性質を利用し鍋(金属)を加熱し調理がおこなわれる。さらにはSuica、Icocaなどの非接触型カードシステムの普及も著しい。これらのカードシステムや、ラジオやテレビ、携帯電話やスマートフォンといった通信においてはメガヘルツからギガヘルツといった周波数帯の電波を利用している。

我が国では電磁界については、経済産業省および総務省により生体防護のための規制がかけられているが、いずれも基本的には国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)のガイドラインを参考にした値が採用されており、生活空間においてはいずれも基準を満たした運用がされている。一方で健康影響については、WHOの関連組織である国際がん研究機関(IARC)が、2001年に低周波磁界に関して、また2011年に携帯電話端末からの電磁界の発がん性についてともに「ヒトに対して発がん性があるかも知れない」(グループ2B)と判定し、その後、多くの報道があったのも記憶に新しいところである。また、近年では化学物質過敏症と同様の症状が電磁界環境により惹起されるという電磁過敏症に関しても、社会的な問題になりつつある。

以上を背景に、電磁界の影響に関して漠然とした不安を持つ市民も多いと思われるが、電磁界は、電離放射線と同様に、物理量であるため測定器を使えば瞬時に数値化することが可能であり、得られた値と規制値との比較を容易に行うことができるといった特徴がある。しかしながら、数多くある測定器の中から適切な測定器を用いて測定をおこなわないと信頼性の面から十分であるとはいえず、また測定方法に関しても標準法に従っておこなうことが重要である。

本フォーラムにおいては、様々な周波数の電磁界についての基礎事項、またそれら電磁界の測定法とその評価について、さらには規制動向や健康影響に関する最新の研究動向について解説をおこないたい。

【略歴】

1996年3月東京工業大学大学院博士課程終了(博士(理学))。同4月より国立公衆衛生院生理衛生学部研究員。国立保健医療科学院生活環境部主任研究官、同快適性評価室長を経て、現在は同生活環境研究部上席主任研究官。専門分野は環境生理学・微小循環学。現在、電磁界全般の生体影響、健康影響研究に主に従事。

JAPANESE JOURNAL OF PUBLIC HEALTH

日本公衆衛生雑誌

第59巻・第10号 特別附録 平成24年10月

第71回日本公衆衛生学会総会抄録集

山 口

日本公衆衛生
Jpn J Public Health日本公衆衛生学会
Japanese Society of Public Health

10

特別附録

家庭用 IH 調理器で利用される 21kHz の中間周波磁界の

生体ばく露による発生毒性評価

○牛山明¹、大谷真²、前田満智子²、樺田尚樹¹、
鈴木敬久³、和田圭二³、大久保千代次⁴
(¹国立保健医療科学院、²明治薬科大学、
³首都大学東京、⁴電磁界情報センター)

[目的]

中間周波 (intermediate frequency, 以下 IF と略) 電磁界は 300Hz から 100kHz 程度の周波数の電磁界をことを指し、近年、20kHz~50kHz を誘導加熱に利用する家庭用 IH 調理器が普及し、その健康影響について心配する市民も多い。しかしながらこの周波数帯の電磁界に関しては、これまで研究対象としての関心が低く、十分な科学的な知見が存在しておらず、WHO でも研究の必要性を指摘している。本研究では中間周波磁界の動物に対する影響の有無を明らかにし、中間周波磁界の健康影響に関して科学的根拠の蓄積に資することを目的とし、妊娠ラットを用いて国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) ガイドライン値より 400 倍高い磁束密度である 10.3mT の磁界 (ラットの腹部中心における平均) を 1 日 1 時間のばく露を行った際の胎児への影響を調べた。

[方法]

ばく露装置と動物へのばく露

実験動物用中間周波局所ばく露装置は、特別に製作したものをを用いた。コイルは直径約 10cm の円形であり、その中央を中心として強い磁界を発生することが可能である。実験には、SD ラット (雄は 12 週齢、雌は 10 週齢) を用いた。発情期の雌を交配させて、膣スメアにより妊娠確認をした日を妊娠 0 日とし、器官形成期の妊娠 7 日~17 日に

アクリル製の保定筒に保定し、腹部局所に 1 日 1 時間のばく露を行った。本研究ではばく露群、シヤムばく露群、ケージコントロール群各 11 匹計 33 匹を実験に供した。シヤムばく露はばく露群と同様にばく露用の保定筒に入れ磁界をばく露しない群、ケージコントロール群は保定筒に入れずにケージで飼育を続けただけの群である。

解剖及び検査

妊娠 20 日に開腹し胎児数、着床痕数を調べた。また胎児を摘出・秤量を行い、外表・内臓検査用、骨格検査用に二分した。

外表検査・内臓検査用の標本については摘出胎児を 10% 中性緩衝ホルマリン液に浸漬し、検査に供した。骨格検査用の標本は、常法によりアルシアンブルー、アリザリンレッド S による染色を行い、検査に供した。

なお病理検査は第三者機関で実施し、検査担当者に対してはばく露の条件を伏せ盲検法で検査をした。

動物実験の倫理的配慮

本研究の実施にあたり、国立保健医療科学院動物実験委員会の承認を得た。

統計処理

統計処理には統計パッケージソフト PASW Statistics (SPSS) ver. 18 (日本 IBM) を使用した。

[結果]

ばく露群、シャムばく露群、ケージコントロール群の3群（各11匹）を実験に供したところ、解剖日である妊娠20日において、母ラットの体重、血液生化学指標、血球指標、および母ラットあたりの胎児数ならびに各胎児の平均体重に統計的有意差は見られなかった。着床痕の有無に関しても統計的有意差は認められなかった。

胎児の外形異常

本研究では全215検体を調べ、そのうち一部の胎児に異常が認められたが、統計的有意差は認めなかった。異常に関しては、致死性であり発育や機能に悪影響を及ぼす永久的な構造の変化を奇形、構造的に通常の範囲を超えた変化であっても生存に影響しないものを変異と定義し解析した。奇形と判定したもののうち、ばく露群の1個体は奇形（口蓋裂）と判定された。またそれ以外の例は全て変異として考えられる口蓋ヒダ不整列であった。

胎児の内臓異常

胎児の内臓異常について全215検体を調べたが、そのうち一部の胎児で異常が認められた。異常と指摘された検体はケージコントロール群に比べてばく露群、シャム群に多い傾向があるが、統計的有意差は見られなかった。ばく露群69検体のうち2検体、シャム群76検体のうち1検体、またケージコントロール群では、70検体中2検体に奇形が見られたが、奇形の発生率については条件による違いは見られなかった。一方、変異については、いずれの群においても「胸腺頸部遺残」が多くを占めた。

胎児の骨格形成の異常

骨格検査では、全部で210検体を調べたところ、異常が認められた胎児は21検体であり、そのうちばく露群は12検体、シャム群は6検体、ケージコントロール群は3検体であった。このうち、奇形と考えられるのは、ばく露群の1検体でありその他は全て変異とみなせるものであった。全体

として統計的有意差は見られないが、今後例数を増やし検討をする必要がある。

母ラットの腹単位の奇形発生頻度

OECDガイドラインを始めとする、催奇形性の評価については、異常を呈した胎児の数で評価するよりも、異常を呈した胎児をもつ母の割合で評価をおこなうことが推奨されている。本実験でも母ラットの腹単位での奇形発生頻度を比較した。各群11匹中、奇形を呈した胎児を持った母ラットはばく露群3匹、シャム群1匹、ケージ群2匹であり、現時点ではばく露群に有意に奇形発生率が多いということはなかった。

[考察]

本研究では、中間周波磁界が胎児の発生に与える影響を調べるため、ラット胎児の器官形成期に磁界ばく露をおこない、その生殖発生毒性を評価した。今回の結果は、外表、内臓、骨格の奇形の発生に関しては、統計学的な有意差を示すことはなかったが、現時点では準備した母ラットが各群11匹であり、OECD毒性試験ガイドラインの催奇形性試験で推奨されている各群少なくとも20匹を下回る状況であるため、引き続き実験を重ね、十分な検体数を得る必要がある。

[まとめ]

妊娠ラット腹部表面中心で21kHz、約10mTの正弦波磁界ばく露を妊娠7～17日まで1日1時間おこなったところ、現時点で磁界が奇形の発生に寄与しないことが明らかになった。この分野については先行研究が少なく、今後、継続して研究を進めていくことで国民の健康を守る科学的根拠となることが期待できる。

本研究は厚生労働科学研究費補助金 健康安全・危機管理対策総合研究事業によって実施された。

Lack of teratological effects in pregnant rats being locally exposed to their abdomen of intermediate frequency magnetic fields

Akira Ushiyama ([/user/887](#))¹, Shin Ohtani ([/user/1314](#))^{1,2}, Machiko Maeda ([/user/2095](#))^{1,2}, Yukihisa Suzuki ([/user/1093](#))³, Keiji Wada ([/user/1289](#))³, Naoki Kunugita ([/user/1315](#))¹ & Chiyoji Ohkubo ([/user/645](#))⁴

¹Department of Environmental Health, National Institute of Public Health, Wako, Japan, 351-0197

²Meiji Pharmaceutical University, Kiyose, Japan, 204-8588

³Tokyo Metropolitan University, Hachioji, Japan, 192-0397

⁴Japan EMF Information Center, Minato-ku, Japan, 105-0014

[BioEM2013, Thessaloniki, Greece, Jun 10 - 14, 2013 \(/node/6340\)](#)
[Session PA: Plenary Poster Session A \(/node/7627\)](#)

Sparse investigations have been conducted to assess the exposure effects of intermediate frequency magnetic fields (IF-MFs).

In this study, we teratologically evaluated them in the pregnant rats using exposure apparatus which can locally expose high intensity of IF-MFs to the abdomen. Abdominal exposure to high intensity of IF-MFs during organogenesis did not show any significant reproducible teratogenicity under this experimental condition.

Long Abstract

Introduction:

The Environmental Health Criteria No.238 published by the World Health Organization requires the need for biological studies on hazard identification and health risk assessment of IF-MFs. The induction heating cooking hob emits such IF-MFs (20-90 kHz) and is recently wide spreading in some countries including Japan. When people use the IH cooking hob, abdomen is close to the hob. Therefore, reproductive and developmental effects are one of the main public concerns. Although it is reported that there are lack of teratological effects in rats due to 20 or 60 kHz MFs exposure [1], rats are whole-body exposed with relatively low intensities. In this study, we evaluated teratological effects of abdominal local exposure at higher level of IF-MFs during the period of organogenesis of rats.

Materials and Methods:

Both sexes of Sprague Dawley rats (Japan SLC Inc.) were purchased at the age of 11 and 9 weeks, respectively. After one week habituation, females were checked optimal day for mating with a vaginal impedance checker, and mated with male if their impedance value are enough high. In the morning of the next day, vaginal smear was checked to identify copulated females as gestation day 0. Pregnant rats were randomly divided into three groups (n=20 each): exposure, sham exposure and cage control group, respectively. For the abdominal exposure, we used originally developed apparatus, which have the spiral coil and emit sinusoidal MFs with 21 kHz [2]. We set MFs intensity to 10.3 mT at the center of abdominal surface. Exposure (or sham exposure) was done for 1hr/day from gestation day 7 up to 17. During exposure, dams were fixed in an acrylic holder except cage control group. On the gestation day 20, their fetuses were excised and weighed. The number of live fetuses, dead fetuses, and implantation sites were recorded. Half of fetuses were placed in Bouin's fixative and examined for external and internal abnormalities. Other half of fetuses were eviscerated then fixed in alcohol, and their skeletons were stained with Alizarin red S and Alcian Blue 8GX to examine skeletal abnormality. All teratological evaluations were conducted in a blind fashion. All experimental procedures complied with the ethical guidelines for animal experiments at the National Institute of Public Health, Japan.

Results and discussion:

In this study, we examined numeral dosimetry using a pregnant rat model of gestation day 16 rat. Induced electric field of each fetus ranged between 0.611 to 5.74 V/m (mean 3.01V/m) depending on the spatial position to the spiral coil. The mean value is higher than the basic restriction to general public exposure (2.83 V/m at 21 kHz) of ICNIRP guidelines[3].

Regarding dams, no significant difference among groups was observed in the hematological and blood chemistry examinations at the gestation day 20. Total 767 fetuses from 60 dams were eviscerated and subjected to teratological examination. No significant difference was observed in dams' body weight, average weight of fetuses, number of fetuses per dam and number of implantation sites. The incidence of external, visceral, and skeletal malformations in the fetuses also did not indicate significant differences among the groups.

In conclusion, high level of 21kHz IF-MFs which emits high induced electric field compared to ICNIRP guidelines, does not show teratogenicity under the present experimental conditions.

Acknowledgement

This work was supported by Health Labour Science Research Grant, The Ministry of Health Labour and Welfare, Japan.

References:

- [1] Hirai et al., The Bioelectromagnetic Society 33rd Annual Meeting, platform #09-3, 2011.
- [2] Nishimura et al., Birth Defects Research (Part B), 92, pp.469-477, 2011.
- [3] ICNIRP, Health Phys., 99(6), pp.818-836, 2010.

The 21 kHz Intermediate Frequency Magnetic Fields do not affect on Blood Properties and Immune Systems in Juvenile Rats

Akira Ushiyama*¹, Shin Ohtani^{1,2}, Yukihiisa Suzuki³, Keiji Wada³, Naoki Kunugita¹,
Chiyoji Ohkubo⁴

¹Department of Environmental Health, National Institute of Public Health, Japan

²Meiji Pharmaceutical University, Japan

³Graduate School of Social Sciences, Tokyo Metropolitan University, Japan

⁴Japan EMF Information Center, Japan.

e-mail: ushiyama@niph.go.jp (A.U.)

The use of induction heating (IH) cooking hob makes our life more convenient. On the other hand, there exists public concerns on possible health effect about the intermediate frequency (IF) magnetic fields from IH cooking hob. Although there are many studies on the biological effects of electromagnetic fields exposure to extremely low frequency and radio frequency, there are very few studies on IF-MF. Due to the lack of the science based evidences of IF-MF, we aimed to clarify the effects on immune system of intermediate frequency of magnetic fields (IF-MF) to the experimental animals.

In this study, we used the exposure apparatus, which we originally developed previously. This exposure apparatus could generate uniform IF-MF which can expose to rat's whole body without any increase of temperature at inside of coil. Male Sprague-Dawley rats were divided into 3 groups; cage-control, sham, 3.8 mT exposure group, respectively. IF-MF at 21 kHz was exposed to the animals under fixed conditions in an acrylic holder. Exposure was started from 4 week-old and done at 1hour/day for 14 consecutive days. On the 15th day following the exposure, biochemical and hematological parameters in the blood were analysed. We also examined the effects to the immunological functions such as cytotoxic activity and phagocytic activity. Furthermore, we analysed the T-Lymphocyte Helper/Suppressor Profile (CD4:CD8 ratio) in which the percentage of CD3 positive lymphocytes in the blood positive for CD4 (T helper cells) and CD8 (a class of regulatory T cells) were counted and compared.

Although it was found that some significant differences in blood biochemistry, these differences do not attribute to the intensity of IF-MF exposure because the data did not show dose-dependent relationship. Hematological data did not show any significant differences. Immune function such as cytotoxic activity and phagocytic activity did not show any effects. We also analyzed T cell population in peripheral blood. Populations of Helper T cell, double positive, double negative, and Killer T cell after long term exposure did not show any significant difference. Overall, results indicate that there is no health effects to the observed parameters under our experimental condition, even high magnetic flux density (3.8 mT; 141 times higher than the reference level to general public of ICNIRP guideline 2010) was exposed to the animals. Therefore, we could conclude that IF-MF did not show any toxicity under these experimental conditions. However, the exposure condition in this study was limited, therefore, further study will be needed.

Choose one category.

2. Biological effects

