

嘉南藥理學院教師專題研究計劃成果報告

計劃名稱：極低頻電磁場對小白鼠之鉛吸收的影響

計劃編號：CNIS-89-14

執行期間：88年9月1日至89年6月30日

計劃類別：個別型

主持人：何先聰 教授

協同研究：蔡百豐 副教授，魏榮男 講師

摘要：極低頻電磁場對小白鼠之鉛吸收的影響

電已是現代生活不可或缺之必需品，人們幾乎無時無刻皆會接觸電的相關用品。電器的使用，常伴隨產生極低頻的電磁場，許多職業由於工作所需，更是長期暴露於高出背景電磁場數倍之工作場所。

近年來許多流行病學研究顯示，電流產生之極低頻電磁場，長期暴露可能導致健康危害。本研究擬以危害促進者(promoter)的角度探討電磁場對小白鼠對重金屬鉛吸收與累積的影響。本研究擬以出生三週之雄性小白鼠 15 隻，隨機分配控制組與另二組實驗組中。二組實驗電磁場強度分別環境背景值 0.03 μ T、100 與 300 μ T。每天暴露 24 小時，光循環為自然採光。

每 7 天以含醋酸鉛之溶液，以腹腔注射法打入腹腔，每次之打的量為 8 μ g。4 週以後全部犧牲，分別測定肝臟與大腿骨中鉛之濃度。 \pm

結果高暴露組大腿骨測得的鉛濃度為 5.89 \pm 1.56 μ g，中暴露組大腿骨測得的鉛濃度為 4.32 \pm 0.82 μ g，控制組大腿骨測得的鉛濃度為 4.58 \pm 1.34 μ g。高暴露組肝臟測得的鉛濃度為 0.44 \pm 0.20 μ g，中暴露組肝臟測得的鉛濃度為 0.46 \pm 0.27 μ g，控制組肝臟測得的鉛濃度為 0.17 \pm 0.13 μ g。

結論：極低頻電磁場暴露可能會增加重金屬鉛在骨骼的累積。本研究屬於先驅型的試探研究，實驗樣本數只有 3 組 15 隻，所以將來應增加實驗樣本數目，並且增加實驗組數，以利進一步探討

前言

電已是現代生活不可或缺之必需品，充斥在我們生活週遭，人們幾乎無時無刻皆會接觸電的相關用品。電器的使用，常伴隨產生極低頻的電磁場，許多職業由於工作所需，更是長期暴露於高出背景電磁場數倍之工作場所，例如電子從業人員、電力線路人員、發電廠及變電所人員、電鍍業、電焊業、電機工程師.....等等。

近年來許多流行病學研究顯示，電流產生之極低頻電磁場，長期暴露可能導致健康危害⁽¹⁾；其中以生殖危害⁽²⁻⁴⁾、神經危害⁽⁵⁻⁶⁾與引起癌症增加的研究探討最多。尤其癌症與電磁場暴露相關性研究更是引起專家學者的重視，研究顯示，癌症中以乳癌^(7-9,14-15)、白血病^(8,10-12)與腦瘤^(11,13)的增加與電磁場暴露相關性最為顯著。

目前美國 ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists)對於作業場所電磁場暴露限值(TLV)已有建議值⁽²³⁾。國內對於電磁場之相關研究至今卻仍非常缺乏，極需相關性研究，作為環境或作業場所電磁波暴露標準訂定之參考。

所謂極低頻電磁場(extremely-low-frequency electromagnetic fields)是指電磁波中頻率介於 30-300 赫(hertz, Hz)的部分，一般環境與工作場所之傳輸電力系統產生之電磁波頻率主要是 50-60Hz(波長為 5000-6000 KM)。

雖然目前尚未有明顯證據或動物實驗證明極低頻電磁場如此低的能量會導致細胞的變異⁽¹⁶⁾；專家學者對於電磁場對人體導致癌症之危害性至今仍未定論⁽⁹⁻¹²⁾。但是電磁場即使不是癌症促發者(initiator)，也可能是癌症或危害促進者

研究顯示，1998 年 Meike Mevissen⁽¹⁷⁾ 等人研究電磁場對於 7、12-dimethylbenz[a]anthracene(DMBA)引起雌鼠乳腺癌有加強作用。1996 年 Steven M. Yellon⁽¹⁸⁾發現以強度 1G、頻率 60Hz 之電磁場對大頰鼠(hamsters)作實驗，發現大頰鼠松果體(pineal)分泌之 melatonin 之分泌會受到干擾。而 Prahaker N. Shah et al 發現 pineal 分泌之 melatonin 與 Holtzman rats 之乳腺癌有相關性存在。

故本研究擬以危害促進者(promoter)的角度探討電磁場對健康的影響。以雄性小白鼠作為研究對象，觀察電磁場對老鼠重金屬鉛吸收量(累積量)之影響，探討小白鼠對重金屬鉛、鎘的吸收量是否受電磁場暴露影響？以便將來能夠進一步研究其危害作用機轉，並能對人體受磁場影響之大小作評估。

材料與方法

本研究擬以出生三週之雄性小白鼠 15 隻，隨機分配控制組與另二組實驗組中，再進行實驗前，實驗動物至少適應飼養環境 14 天上。控制組中沒有電磁場之暴露，二組實驗組中電磁場分別為 100 uT 與 300 uT 。

每天暴露 24 小時，光循環為自然採光。

每 7 天以含鉛之溶液，以腹腔注射法注射醋酸鉛水溶液，鉛量為 8 微克。

4 週以後全部犧牲，分別測定肝臟與 大腿骨中鉛之濃度。

解剖分離出之臟器，分別以天平秤重，經過 100°C、4 小時烘乾，再以濃硝酸作消化處理，再以原子吸收光譜儀分析鉛之濃度，分析所得數據再以統計方法 t-test 比較控制組與實驗組對鉛之累積，是否受電磁場之影響。

結果

結果高暴露組大腿骨測得的鉛濃度為 $5.89 \pm 1.56 \mu\text{g}$ ，中暴露組大腿骨測得的鉛濃度為 $4.32 \pm 0.82 \mu\text{g}$ ，控制組大腿骨測得的鉛濃度為 $4.58 \pm 1.34 \mu\text{g}$ 。高暴露

組肝臟測得的鉛濃度為 $0.44 \pm 0.20 \mu\text{g}$ ，中暴露組肝臟測得的鉛濃度為 $0.46 \pm 0.27 \mu\text{g}$ ，控制組肝臟測得的鉛濃度為 $0.17 \pm 0.13 \mu\text{g}$ 。

討論與建議

本研究結果發現骨骼對鉛的吸收，會受到極低頻電磁場的影響，肝臟亦然。Meike Mevissen 等人⁽²⁾於 1994 年，以頻率 50Hz 之電磁場對 Mated Wistar rats 作雌鼠生殖暴露危害實驗，結果發現暴露組第一子代骨骼鈣化(ossification)程度比未暴露電磁場老鼠之第一子代骨骼鈣化程度高。D.N.Rommereim 等人⁽²²⁾於 1987 年以頻率 60Hz 之電磁場對雌性大白鼠(Sprague-Dawley rat)自懷孕期開始作暴露，所產生之子代之頭骨(skull)鈣化程度有增加之趨勢。1998 年，Meike Mevissen 等人⁽²⁾以 7、12- dimethylbenz[a]anthracene(DMBA)引起雌鼠乳腺癌受電磁場影響作研究，結果顯示電磁場對 DMBA 引發雌鼠乳腺癌有促進作用。該研究乃重複 Baum 等人於 1995 年所作之研究，二個研究所作結果一致。

顯示極低頻電磁場可能扮演促進者的角色，影響老鼠對骨骼中鈣質之吸收，可能也會影響鉛易累積於骨骼中，

鉛是工業上使用廣泛且已對我們造成健康危害，尤其是鉛污染危害更是世界性之公共衛生問題，對人體影響包含造血、神經、腎臟、肝臟、與腸胃系統之傷害⁽²⁰⁻²¹⁾。但由於本實驗的實驗期只有 4 周，無法看出鉛的影響。

本研究屬於先驅型的試探研究，實驗樣本數只有 3 組 15 隻，所以將來應增加實驗樣本數目，並且增加實驗組數，延長實驗期間，並且對於其他臟器作監測，以利進一步探討。

參考文獻

1. Bengt Knave, MD. Electric and magnetic fields and health outcomes-an overview. Scand J Work Health, 1994; 20: 78-89
2. Meike Mevissen et al. Effect of static and time-varying (50 Hz) magnetic fields on

reproduction and fetal development in rats. *Teratology*,1994;50:229-237

3.Neil Chernoff et al. A review of the literature on potential reproductive and developmental toxicity of electric and magnetic fields. *Toxicology*,1992;74,91-126

4.Gordon K. Livingston et al. Reproductive integrity of mammalian cell exposed to power frequency electromagnetic fields. *Environmental and Molecular Mutagenesis*,1991;17:49-58

5.Laurence Bonhomme-Faivre. Study of human neurovegetative and hematologic effect of environmental low-frequency(50Hz) electromagnetic fields produced by transformers. *Archives of Environmental Health*,1998;Vol.53:87-92

6.David A. Savitz et al. Magnetic field exposure and neurodegenerative disease mortality among electric utility workers. *Epidemiology*;1998;vol.9:398-404

7.Samuel Milham,JR. Increase mortality in amateur radio operators due to lymphatic and hematopoietic malignancies *American Journal of epidemiology* .1998;Vol.27 : 50-54

8.Paul A.Demers et al. Occupational exposure electromagnetic Fields and breast cancer in men. *American Journal of Epidemiology* .1991;Vol.134:340-347

9.Samuel Milham,JR. Increase incidence of cancer in a cohort of office workers exposed to strong magnetic field. *Am J of Industrial Medicine*.1996;30:702-704

10.Tore Tynes et al. Incidence of Cancer in Norwegian workers potentially exposed to electromagnetic fields. *American Journal of Epidemiology* .1992;Vol.136:981-988

11.Dascal Guenel et al. Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark. *British Journal of Industrial Medicine*,1993 ;50 :758-764

12.Elizabeth E. Hatch et al. Association between childhood acute lymphoblastic leukemia and use of electrical appliances during pregnancy and childhood. *Epidemiology*;1998 ;vol.9:234-245

13.Dana Loomis,D A Savitz.Mortality for brain cancer and leukaemia among electrical workers. *British Journal of Industrial Medicine*,1990;47:633-638

14.Richard G.Stevens. Electric power use and breast cancer:A hypothesis. *American Journal of Epidemiology*.1987;Vol. 125:556-561

15.G.Theriault et al. Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec,Canada,and France:1970-1989. *American Journal of Epidemiology* .1994;Vol.139:550-571

16.Paul Nguyen et al. Exposure of *Drosophila melanogaster* embryonic cell culture to 60Hz sinusoidal magnetic fields assessment of potential teratogenic effects. *Teratology*,1995;51:273-277

17. Meike Mevissen et al. Acceleration of mammary tumorigenesis by exposure to 7,2-Dimethylbenz[a] anthracene treated female rats in a 50 Hz,100 uT magnetic fields:Replication study. Journal of Toxicology and Environmental Health ,1998;part A,53:401-418
18. Steven M. Yellon. 60Hz magnetic fields exposure effects on the melatonin rhythm and photoperiod control of reproduction. Am.J.Physiol,1996,270:E816-E821
19. Prabhaker N. Shah et al. Effect of melatonin on mammary carcinogenesis in intact and pinealectomized rats in varying photoperiod. Cancer Reserch,1984;44:3403-3407
20. Abdulla M et al. New aspect on the distribution and metabolism of essential trace elements after dietary exposure to toxic metals. Biological element Rederch,1989 ;23,225-53
21. Toxicology,edited by Curtis D. klaassen et al,3th,1986
22. D.N. Rommereim et al. Reproduction and development in rats chronically exposed to 60Hz electric fields. Bioelectromagnetics,1987;8:243
23. American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1996 TLV and BEIs:Threshod Limit Values for chemical substances and physical agents,biological exposure index ,ACGIH,Cincinnati,OH 1996
24. Protection of workers from power frequency electric and magnetic fields-A practical guide.IRPA/INRC/ILO ,Geneva ,1994