

Radiobiología

Revista electrónica

ISSN 1579-3087

<http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/radiobiologia.htm>

[http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/numeros/RB4\(2004\)89-93.pdf](http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/numeros/RB4(2004)89-93.pdf)

Radiobiología 4 (2004) 89-93

Campos electromagnéticos: revisión de 56 artículos que estudian múltiples efectos

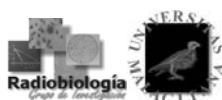
M^a Gema Cebrián Martín

Medico Interno Residente de Medicina Familiar y Comunitaria, Hospital General Básico de la Axarquía
Málaga (España)

Recibido 6 julio 2004; aceptado 7 septiembre 2004



Edita: Grupo de Investigación de Radiobiología.
Dpto. Radiología y Medicina Física. Universidad
de Málaga (España)



Editor: Grupo de Investigación de Radiobiología
Dpto. Radiología y Medicina Física
Universidad de Málaga (España)

Radiobiología 4 (2004) 89-93

Radiobiología

Revista electrónica

<http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/radiobiologia.htm>

Campos electromagnéticos: revisión de 56 artículos que estudian múltiples efectos

M^a Gema Cebrián Martín

Médico Interno Residente de Medicina Familiar y Comunitaria, Hospital General Básico de la Anarquía, Málaga (España)

Recibido 6 julio 2004; aceptado 7 septiembre 2004

Resumen

Revisión de 56 artículos sobre efectos biológicos de campos electromagnéticos (CEM) a nivel molecular, celular y tisular así como en combinación con otros agentes químicos y físicos. Parece ser que el CEM podría aumentar la proliferación de ciertas líneas celulares y promover la cicatrización y calcificación en el hueso. Se ha observado que el CEM potencia los efectos de la quimioterapia, radiación X y radiación gamma lo que sería útil en la terapia contra el cáncer. La mayoría de los estudios se han realizado in vitro, de ahí la necesidad de estudios in vivo para valorar el posible daño inducido por CEM, de importancia para evitar posibles riesgos para la salud.

Palabras clave: campo electromagnético; daño celular; daño molecular; ADN; genotoxicidad

Introducción

En esta revisión se plantea si la exposición a campos electromagnéticos (CEM) de diferente intensidad y frecuencia produce algún efecto biológico. Se plantea si el CEM puede estimular la transcripción y/o síntesis de ADN, romper puentes de hidrógeno de la cadena de ADN, producir mutaciones, si a nivel tisular produce proliferación de tejidos (como hueso, mama, neuronal o sangre periférica, etc) o por el contrario estimula la muerte celular programada o apoptosis. Y por último, si el CEM en combinación con la hipertermia, quimioterapia, radiación X, radiación Gamma o diversas vitaminas (D y E) aumenta el efecto dañino de estas actuaciones.

Campo electromagnético y ADN

Estudios que encuentran efectos

Hay estudios que afirman que el CEM a baja frecuencia estimula procesos biológicos. El CEM puede estimular la transcripción y romper los puentes de hidrógeno que unen las cadenas de ADN. Se requieren varias exposiciones para que se produzca efecto. El efecto es acumulativo (1, 2). Otros autores afirman que el CEM interacciona de modo directo con los electrones de la molécula de ADN acelerando la transcripción y la recombinación de algunos genes (9, 31, 32). De esta manera, se ha observado que CEM de alta energía podrían provocar daños, sin embargo se necesitan más estudios para determinar si el CEM de baja energía tiene poder genotóxico (28). Se ha

comprobado que CEM incrementan la transferencia de electrones de la citocromo oxidasa (15), además, interacciona con la Na-K-ATPasa de la membrana (15, 32). CEM de 900 MHz inducen la ruptura de cadenas de ADN y activación de la proteína p53. En cambio la exposición continua silencia a la p53 y activa genes de supervivencia como BCL-2, Ras y Akt-1 (3).

Hay estudios que señalan que el CEM de baja frecuencia (menor de 100 Hz) durante 24 horas produce la ruptura de la cadena simple y doble de ADN, a mayor tiempo mayor efecto (44, 53). Aplicado de forma intermitente también aumenta la ruptura de los puentes de hidrógeno de la cadena de ADN (7).

Otros estudios afirman que el CEM aumenta la apoptosis y la necrosis en células de cerebro de rata. Y, CEM de baja frecuencia (72 Hz) y 0,1 mT podrían aumentar la actividad de la subunidad alpha de la ARN polimerasa de *Escherichia Coli* (41). En algunos estudios se ha encontrado que a mayor intensidad mayor interacción (52).

Otra forma de daño del CEM sobre el ADN puede ser a través de la producción de radicales libres (6, 18, 31, 35). Hay estudios que afirman que el CEM podría producir radicales libres que dañarían el ADN, favoreciendo así la formación de tumores en el ser humano.

Estudios que no encuentran efectos

Otros estudios afirman que el CEM no tiene efecto genotóxico directo en la inducción de daño (4, 26, 39, 42, 48); por el contrario, junto a mutágenos químicos o radiación ionizante sí podría tener efecto (42). El

CEM de baja frecuencia (60 Hz) no produce mutaciones, alteración durante la mitosis, recombinación genética ni transformación maligna (46).

Hay estudios que afirman que el daño producido sobre el ADN no es debido al CEM de baja frecuencia, ya que tiene baja energía, sino a la hipertermia durante la exposición (19, 20, 30).

Se ha observado que CEM de 50-60 Hz y 1 mT no tienen efectos mutagénicos a no ser que vaya combinado con 2-6 Gy de radiación gamma (radiación de alta energía) (24).

Tampoco tiene efecto sobre la expresión genética del virus de la inmunodeficiencia humana (HIV-LTR) (38), ni en la recombinación de plásmidos expuestos ni sobre los cromosomas (45, 50).

Campo electromagnético, proliferación celular y apoptosis

Estudios que encuentran efectos sobre la proliferación celular

Utilizando linfocitos se han observado cambios en los núcleos (hipersegmentación). Se ha obtenido aumento de proliferación celular por exposición continua de 900 MHz (3, 5).

Utilizando tejido óseo, si se aplica el CEM en estadios tempranos de proliferación celular, se observa un aumento de la diferenciación y proliferación celular del tejido. Hay autores que proponen el CEM como terapia para mejorar la cicatrización del hueso ya que aumenta la remodelación y la formación de ósea (8, 13, 36).

Exponiendo fibroblastos a campo magnético sinusoidal de 0,7 mT y 50-100 Hz se ha observado un aumento de la proliferación con modificación de la actividad adenosina desaminasa (ADA) (29). El CEM podría tener efecto acumulativo sobre el ADN de los fibroblastos y podría promover la síntesis de ADN cuando se alcanza un determinado umbral (40). Sólo un estudio se ha mostrado en contra del efecto sobre la síntesis de ADN en fibroblastos (33).

Utilizando condroblastos para exposiciones a CEM pulsado, se ha obtenido que podría promover la cicatrización posiblemente por la alteración de la actividad de la lisozima del cartílago en la matriz y esto llevaría a la calcificación.

A nivel del testículo el CEM podría aumentar la proliferación de células de Leydig, proliferación y diferenciación de espermatogonias y alterar los niveles de testosterona, aumentando el peso de los testículos pero, por el contrario podría disminuir la población de células germinales (12, 28). Otro estudio en cambio afirma que tiene efecto citotóxico y citostático en la diferenciación de espermatogonias (37).

A nivel de la mama no se ha observado efecto sobre el aumento de proliferación celular, observándose un retardo temporal en el crecimiento celular (21).

A nivel neuronal hay estudios que afirman que con 0,5 T se producen cambios en la morfología neuronal y en la incorporación de timidina e inositol (23, 37).

Estudios que encuentran efectos sobre apoptosis

Hay estudios que afirman que el CEM induce apoptosis en líneas celulares cancerígenas humanas protegidas de la hipertermia, lo que puede significar que tiene efecto sobre la reparación del ADN. Se ha observado disminución de la reparación de bases del ADN si el CEM se aplica antes del daño. En otros estudios no se han observado efectos o han sido mínimos cuando se ha inducido daño y el CEM a la vez (11).

Hay autores que buscan un método para inducir apoptosis selectiva en determinadas células, como por ejemplo las células que promueven la inflamación, para curar enfermedades como la psoriasis y la tendinitis; utilizando CEM pulsado o sinusoidal de 60 Hz y 1,8 mT (13).

Campo electromagnético e hipertermia

Algunos trabajos afirman que es el golpe de calor el que produce la degradación del ADN (16). Se ha observado efecto cuando el CEM se suma a la hipertermia (19, 20). Se ha comprobado que la sensibilidad de las células al aumento de la temperatura hace que el efecto no sea debido al CEM en sí, sino al aumento de la temperatura durante la exposición (25). Existe un estudio en contra que afirma que el CEM provoca más daño en el ADN que el causado por la hipertermia (47).

Campo electromagnético y quimioterapia

Se ha publicado que exposiciones conjuntas a CEM y moléculas de hierro aumentan el daño producido en el DNA, aumentando la formación de radicales libres. Hay estudios que afirman que el FeCl₂ aplicado sin CEM no produce efecto, pero sí si se combina con un CEM de 7 mT. Estos estudios ha mostrado un aumento de la apoptosis celular y la necrosis (6).

La combinación de CEM pulsado más Doxirubicina incrementó la unión de doxorubicina al ADN, aumentó la inhibición del crecimiento celular y disminuyó la resistencia a la droga en células de osteosarcoma de rata. El mecanismo observado ha sido por inhibición de la glicoproteína-P (14). Otros autores afirman que la exposición a CEM no supone un aumento de reparación del daño producido en el ADN por la quimioterapia (34).

La exposición a CEM de baja frecuencia en linfocitos de sangre periférica durante 6 horas con dosis adecuadas de mitógenos produce inhibición de la síntesis de ADN. No existe efecto si no se consigue una dosis óptima de mitógenos (54).

El efecto coadyuvante con la quimioterapia abre un nuevo campo de investigación en la terapia del cáncer (49).

Campo electromagnético y radiación X y gamma

Un experimento evaluó el efecto sobre células de glioma humano MO54 donde no se encontraron diferencias entre los expuestos y no expuestos a CEM de 400 mT. En cambio, sí aumenta la ruptura de la cadena de ADN y el número de mutaciones al añadir radiación X sobre todo durante la fase de síntesis (17, 22, 51). Cuanta mayor intensidad tenga el CEM mayor es el número de mutaciones (19). El CEM de baja frecuencia (400 mT y 60 Hz) ha demostrado que aumenta el número de mutaciones si se aplica junto a radiación X.

Se ha visto que el CEM a 1 mT y 60 Hz no produce efecto por sí solo, pero sí combinado con radiación gamma (2 Gy) (24). En otro estudio se observó que el CEM por sí mismo no produjo la formación de micronúcleos; sin embargo, sí se obtuvo efecto cuando se administró junto con radiación gamma. De esta forma se podría aumentarla probabilidad de transformación neoplásica (30).

Campo electromagnético y vitaminas E y D

La vitamina D tiene efecto antiproliferativo en el carcinoma de mama. Parece ser que CEM no producen efecto sobre tumores de mama (21). Se ha publicado que el posible aumento de la recombinación genética observada, en individuos de *D. melanogaster*, por exposición a determinados CEM puede ser evitado por suplementos de vitamina E (antioxidante), ya que interfiere en la producción de radicales libres generados por exposición a CEM (31).

Campo electromagnético y Ca

Se ha observado que algunos CEM podrían disminuir la cantidad de calcio en linfocitos. El CEM más un antagonista del calcio (verapamilo) podrían tener efecto sinérgico (56).

Referencias

- Blank M, Goodman R. Initial Interactions in electromagnetic field-induced biosynthesis. *J Cell Physiol.* 2004 Jun;199(3):359-63.
- Lai H, Singh NP. Magnetic-field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rat. *Environ Health Perspect.* 2004 May;112(6):687-94.
- Marinelli F, La Sala D, Ciccio G, Cattini L, Trimarchi C, Putti S et al. Exposure to 900 MHz electromagnetic field induces an imbalance between pro-apoptotic and prosurvival signals in T-lymphoblastoid leukemia CCRF-CEM cells. *J Cell Physiol.* 2004 Feb;198(2):324-32.
- Stronati L, Testa A, Villani P, Marino C, Lovisolo GA, Conti D et al. Absence of genotoxicity in human blood cells exposed to 50 Hz magnetic fields as assessed by comet assay, chromosome aberration, micronucleus, and sister chromatid exchange analyses. *Bioelectromagnetics.* 2004 Jan;25(1):41-8.
- Gagnon ZE, Newkirk C, Conetta JA, Sama MA, Sisselman S. Teratogenic effect of broad-band electromagnetic field on neonatal mice (*Mus musculus*). *J Environ Sci Health Part A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2003;38(11):2465-81.
- Jajte J, Grzegorzczak J, Zmyslony M, Rajkowska E. Effect of 7 mT static magnetic field and iron ions on rat lymphocytes: apoptosis, necrosis and free radical processes. *Bioelectrochemistry.* 2002 Sep;57(2):107-111.
- Ivancsits S, Diem E, Pilger A, Rudiger HW, Jahn O. Induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to extremely-low-frequency electromagnetic fields in human diploid fibroblast. *mutat Res.* 2002 Aug;519(1-2):1-13.
- Diniz P, Shomura K, Aowjim k, Ito G. Effects of pulsed electromagnetic field (PEMF) stimulation on bone tissue like formation are dependent on the maturation stages of the osteoblasts. *Bioelectromagnetics.* 2002 Jul;23(5):398-405.
- Goodman R, Blank M. Insights into electromagnetic interaction mechanisms. *J Cell Physiol.* 2002 Jul;192(1):16-22.
- Golzio M, Tessie J, Rols MP. Cell synchronization effect on mammalian cell permeabilization and gene delivery by electric field. *Biochim Biophys Acta.* 2002 Jun 13;1563(1-2):23-8.
- Robison JG, Pendelton AR, Monson KO, Murray BK, O'Neill KL. Decreased DNA repair rates and protection from heat induced apoptosis mediated by electromagnetic field exposure. *Bioelectromagnetics.* 2002 Feb;23(2):106-12.
- Ozguner IF, Dindar H, Yagmurlu A, Savas C, Gokora IH, Yucesan S. The effect of electromagnetic field on undescended testis after orchiopexy. *Int urol Nephrol.* 2002;32(1):87-93.
- Johnson MT, Vanscoy-Cornet A, Vesper DN, Swez JA, Chamberlain JK, Seaward MB et al. Electromagnetic fields used clinically to improve bone healing also impact lymphocyte proliferation in vitro. *Biomed Sci Instrum.* 2001;37:215-20.
- Hirata M, Kusuzaki K, Takeshita H, Hashiguchi S, Hirasawa Y, Ashihara T. Drug resistance modification using pulsing electromagnetic field stimulation for multidrug resistant mouse osteosarcoma cell line. *Anticancer Res.* 2001 Jan-Feb;21(1A):317-20.
- Blank M, Soo L. Electromagnetic acceleration of electron transfer reactions. *J Cell Biochem.* 2001 Mar 26;81(2):278-83.
- Li SH, Chow KC. Magnetic field exposure induces DNA degradation. *Biochem Biophys Res Commun.* 2001 Feb 9;280(5):1385-8.
- Miyakoshi J, Yoshida M, Shibuya K, Hiraoka M. Exposure to strong magnetic fields at power frequency potentiates X-ray-induced DNA strand breaks. *J Radiat Res (Tokyo).* 2000 Sep;41(3):293-302.
- Lourencini da Silva R, Albano F, Lopes dos Santos LR, Tavares AD Jr, Felzenszwalb I. The effect of electromagnetic exposure on the formation of DNA lesions. *Redox Rep.* 2000;5(5):299-301.
- Balcer-Kubiczek EK, Harrison GH, Davis CC, Haas ML, Koffman BH. Expression analysis of human HL60 cells exposed to 60 Hz square or sine-wave magnetic fields. *Radiat res.* 2000 May;153(5 Pt 2):670-8.
- Morehouse CA, Owen RD. Exposure to low-frequency electromagnetic fields does not alter HSP70 expression or HSF-HSE binding in HL60 cells. *Radiat Res.* 2000 May;153(5 Pt 2):658-62.

21. Pacini S, Aterini S, Pacini P, Ruggiero C, Gulisano M, Ruggiero M. Influence of static magnetic field on the antiproliferative effects of vitamin D on human breast cancer cells. *Oncol Res.* 1999;11(6):265-71.
22. Miyakoshi J, Koji Y, Wakasa T, Takebe H. Long-term exposure to a magnetic field (5 mT at 60 Hz) increases X-ray-induced mutations. *J Radiat Res (Tokyo).* 1999 Mar;40(1):13-21.
23. Faccini S, Vannelli GB, Barni T, Ruggiero M, Sardi I, Pacini P et al. effect of 0.2 T static magnetic field on human neurons: remodelling and inhibition of signal transduction without genome instability. *Neurosci Lett.* 1999 Jun 4;267(3):185-8.
24. Walleczek J, Shiu EC, Hahn GM. Increase in radiation-induced HPRT gene mutation frequency after nonthermal exposure to nonionizing 60 Hz electromagnetic fields. *Radiat Res.* 1999 Apr;151(4):489-97.
25. Zhao YL, Johnson PG, Jahreis GP, Hui SW. Increased DNA synthesis in INIT/10T1/2 cells after exposure to a 60 Hz magnetic field: a magnetic-field or thermal effect?. *Radiat Res.* 1999 Feb;151(2):201-8.
26. McCann, Dietrich F, Rafferty C. The genotoxic potential of electric and magnetic fields: an update. *Mutat Res.* 1998 Aug;411(1):45-86.
27. Repacholi MH. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *bioelectromagnetics.* 1998;19(1):1-19.
28. Furuya H, Aikawa H, Hagino T, Yoshida T, Sakabe K. Flow cytometric analysis of the effects of 50 Hz magnetic fields on mouse spermatogenesis. *Nippon Eiseigaku Zasshi.* 1998 Jul;53(2):420-5.
29. Katsir G, Baram Sc, Parola AH. Effect of sinusoidally varying magnetic fields on cell proliferation and adenosine deaminase specific activity. *Bioelectromagnetics.* 1998;19(1):46-52.
30. Lagroye I, Poncy JL. The effect of 50 Hz electromagnetic fields on the formation of micronuclei in rodent cell lines exposed to gamma radiation. *Int J Radiat Biol.* 1997 Aug;72(2):249-54.
31. Koana T, Okada MO, Ikehata M, Nakagawa M. Increase in the mitotic recombination frequency in *Drosophila melanogaster* by magnetic field exposure and its suppression by vitamin E supplement. *Mutat Res.* 1997 Jan 3;373(1):55-60.
32. Blank M, Goodman R. Do electromagnetic fields interact directly with DNA?. *Bioelectromagnetics.* 1997;18(2):111-5.
33. Cridland NA, Cragg TS, Hayloc RG, Saunders RD. Effects of 50 Hz magnetic field exposure on the rate of DNA synthesis by normal human fibroblasts. *Int J radiat Biol.* 1996 Apr;69(4):503-11.
34. Cantoni O, Sestili P, Fiorani M, Dacha M. Effect of 50 Hz sinusoidal electric and/or magnetic fields on the rate of repair of DNA single strand breaks in cultured mammalian cells exposed to three different carcinogens: methylmethane sulphonate, chromate and 254 nm U.V. radiation. *Biochem Mol Biol Int.* 1996 Mar;38(3):527-33.
35. Cantoni O, Sestili P, Fiorani M, Dacha M. The effect of 50 Hz sinusoidal electric and/or magnetic fields on the rate of repair of DNA single/double strand breaks in oxidatively injured cells. *Biochem Mol Biol Int.* 1995 Nov;37(4):681-9.
36. Fitzsimmons RJ, Ryaby JT, Magee FP, Baylink DJ. IGF-II receptor number is increased in TE-85 osteosarcoma cells by combined magnetic fields. *Bone Miner Res.* 1995 May;10(5):812-9.
37. De Vita R, Cavallo D, Raganella L, Eleuteri P, Gronlino MG, Calugi A. Effects of 50 Hz magnetic fields on mouse spermatogenesis monitored by flow cytometric analysis. *Bioelectromagnetics.* 1995;16(5):330-4.
38. Libertin CR, Panozzo J, Groh KR, Chang-Liu CM, Schreck S, Woloschak GE. Effects of gamma rays, ultraviolet radiation, sunlight, microwaves and electromagnetic fields on gene expression mediated by human immunodeficiency virus promoter. *Radiat Res.* 1994 Oct;140(1):91-6.
39. Fairbairn DW, O'Neill KL. The effect of electromagnetic field exposure on the formation of DNA single strand breaks in human cells. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand).* 1994 Jun;40(4):561-7.
40. Zhao Gz. Effects of permanent magnetic field on DNA metabolism of human periodontal ligament fibroblast in vitro. *Zhoshuma Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 1994 Mar;29(2):75-8,127.
41. Goodman EM, Greenebaum B, Marron MT. Altered protein synthesis in a cell-free system exposed to a sinusoidal magnetic field. *Biochim Biophys Acta.* 1993 Sep 3;1202(1):107-12.
42. McCann J, Dietrich F, Fafferty C, Martin AO. A critical of the genotoxic potential of electric and magnetic fields. *Mutat Res.* 1993 Jul;297(1):61-95.
43. Cameron IL, Hardman WE, Winters WD, Zimmerman S, Zimmerman AM. Environmental magnetic fields: influences on early embryogenesis. *J Cell Biochem.* 1993 Apr;51(4):417-25.
44. Cleary SF. A review of in vitro studies: low-frequency electromagnetic fields. *Can Ind Hyg Assoc J.* 1993 Apr;54(4):178-85.
45. D'Aguma L, Colosimo A, Angeloni U, Novelli G, Dallapiccola B. Plasmid DNA and low-frequency electromagnetic fields. *Biomed Pharmacother.* 1993;47(2-3):101-5.
46. Ager DD, Radul JA. Effect of 60 Hz magnetic fields on ultraviolet light-induced mutation and mitotic recombination in *Saccharomyces cerevisiae*. *Mutat Res.* 1992 Dec;283(4):279-86.
47. Kuchma TM, Alipov ED, Samoilenko II, Lystsov VN. Comparative analysis of mechanisms of the modification of microorganism viability under the effect of UHF heating and hyperthermia. *Radiobiologia.* 1992 Nov-Dec;32(6):881-6.
48. Phillips JL, McChesney L. Effect of 72 Hz pulsed magnetic field exposure on macromolecular synthesis in CCRF-CEM cells. *Cancer Biochem Biophys.* 1991 Jun;12(1):1-7.
49. Adey WR. Joint actions of environmental nonionizing electromagnetic fields and chemical pollution in cancer promotion. *environ health perspect.* 1990 Jun;86:297-305.
50. Garcia-Sagredo JM, Parada LA, Monteagudo JL. Effect on SCE in human chromosomes in vitro of low-level pulsed magnetic field. *Environ Mol Mutagen.* 1990;16(3):185-8.
51. Cadossi R, Hentz VR, Kipp J, Iverson R, Ceccherelli G, Zucchini P. Effect of low frequency low energy pulsing electromagnetic field (PEMF) on X-ray-irradiated mice. *Exp Hematol.* 1989 Feb;17(2):88-95.
52. Basu PK, Menon IA, Chipman M, Avaria M, Hasany SM, Wiltshire JD. Bio-effects of extremely low frequency electromagnetic fields (60 Hz) on the healing of corneal epithelial wound: an in vitro study. *Lens Eye Toxic Res.* 1989;6(1-2):43-58.
53. Adey WR. Cell membranes: the electromagnetic environment and cancer promotion. *neurochem Res.* 1988 Jul;13(7):671-7.

54. Conti P, Gigante GE, Cifone MG, Alesse E, Fieschi C, Bologna M et al. Mitogen dose-dependent effect of weak pulsed electromagnetic field on lymphocyte blastogenesis. FEBS Lett. 1986Apr 7;199(1):130-4.
55. Warwicker J, Ollis D, Richards FM, Steitz TA. Electrostatic field of the large fragment of Escherichia coli DNA polymerase I. J Mol Biol. 1985 Dec;186(3):645-9.
56. Conti P, Gigante GE, AlesseE, Cifone MG, Fieschi C, Reale M et al. A role for Ca²⁺ in the effect of very low frequency electromagneticfield on the blastogenesis of human lymphocytes. FEBS Lett.1985 Feb 11;181(1):28-32.