

EFFECTOS BIOLÓGICOS POR LAS MICROONDAS PRODUCIDAS POR LA TELEFONÍA MÓVIL ESPECIALMENTE A NIVELES BAJOS DE EXPOSICIÓN (ESTUDIO PRESENTADO ANTE LOS AYUNTAMIENTOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA EN UN ACTO CELEBRADO EN PATERNA (VALENCIA) EN JUNIO DEL 2001.)

Autor: Dr. Claudio Gómez-Perretta

Jefe de Sección, Centro Investigación, Hospital Universitario LA FE, 46009 Valencia

Las estaciones de transmisión sin hilos para la radio, TV, telecomunicaciones, radar y otras aplicaciones emiten radiación electromagnética dentro del espectro de las radiofrecuencias (RFs).

Una vez emitidas la radiación viaja a través del espacio a la velocidad de la luz oscilando durante la propagación (como las olas en el océano) dando lugar a un tren de ondas. El número de veces que una onda oscila en un segundo determina la frecuencia.

El espectro de las radiofrecuencias cae dentro de las bandas no ionizantes con un rango entre los 10 Kilohercios (KHz) hasta los 300 gigahercios (GHz).

La frecuencia de estas RFs determina aplicaciones diferentes. Por ejemplo, el rango entre 5.4 hasta 16 KHz es la base de la transmisión de radio en AM, mientras que entre 76 a 108 MHz emite la radio en FM. La telefonía celular utiliza las frecuencias entre 400 MHz y 3 GHz mientras que el horno de microondas utiliza la de 2.450 MHz.

La intensidad de las RFs se denomina densidad de potencia y se mide generalmente en microwatios por centímetro cuadrado ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) y representa la energía asociada al tren de ondas que viaja en el espacio. Sin embargo, los efectos biológicos dependen de la cantidad de energía que es absorbida por el organismo vivo.

Esta absorción depende de muchos factores incluyendo la frecuencia y la intensidad, la duración de la exposición, la distancia y orientación con respecto a la antena, y la

modulación continua o pulsada, principalmente. Otros factores incluyen el tamaño, forma y contenido en agua del organismo. Los niños, por ejemplo absorben esta energía de forma diferente a los adultos. El término utilizado para describir la absorción de estas radiaciones se denomina SAR ("Specific absorption rate") que significa la proporción de energía radiada que es realmente absorbida por el organismo y se mide en vatios por kilogramo (W/Kg) de tejido absorbente.

En la actualidad, la telefonía celular (TC) utiliza predominantemente la frecuencia de 900 megaHertz (MHz) para el sistema GSM y 1800 MHz para el sistema DCS (Digital Cellular System). Las potencias emitidas por los teléfonos celulares son inferiores a las de sus estaciones: De 1 a 2 Watios para los portátiles, 7 a 8 Watios para los de coche y de varias decenas a centenas de Watios para las estaciones.

De esta forma, y dependiendo del tipo de emisor se pueden considerar dos tipos de exposiciones: Una exposición de campo próxima y otra exposición lejana.

La primera caracteriza la exposición por la utilización del "móvil", de tal manera que la energía radiada se emite directamente en contacto con la cabeza penetrando una gran parte (70 a 80 %) de ésta en la cabeza calentando incluso estructuras nerviosas como las meninges, el nervio óptico, el hipotálamo etc. varias décimas de grado (1) .

La segunda se corresponde con la radiación electromagnética que emiten las estaciones de telefonía móvil. La distancia "legal" de seguridad actualmente solo garantiza que la energía por microondas que llega a la población ribereña sea inferior a la de calentamiento.

De esta forma, quedaría protegida la salud de al menos los efectos térmicos aunque en la proximidad de la antena se pueden alcanzar varias centenas de microwatios por centímetro cuadrado ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$). A partir de ahí, la energía radiada disminuye de forma importante en función de la distancia y de la capacidad de absorción de los materiales que se encuentran a lo largo de su camino de propagación.

Sin embargo, los efectos térmicos no parecen ser los únicos debidos a la exposición por microondas. Ya en 1957 Schwann (2) describió la existencia de efectos por radiofrecuencias (RFs) sin elevación de la temperatura y más recientemente, alrededor de 40 trabajos han descrito alteraciones celulares sin calentamiento apreciable, demostrando que las microondas pueden afectar a los seres vivos con intensidades muy bajas, incluso del orden de 0.005 Watio/Kg (SAR) y 0.1 microwatio/cm². La presencia de efectos biológicos no debidos a efectos térmicos se consolida actualmente a partir de diversas experiencias que demuestran por ejemplo, que RFs de la misma intensidad y frecuencia pero con diferentes modulaciones producen diferentes efectos [Arber and Lin, 1985 (3); Baranski, 1972 (4); Frey et al., 1975 (5); Oscar and Hawkins, 1977 (6); Sanders et al., 1985 (7)].

Además, las RFs producen efectos diferentes de los debidos a un incremento de temperatura (D'Inzeo et al., 1988 (8); Seaman and Wachtel, 1978 (9); Wachtel et al., 1975 (10)) y finalmente se han descrito efectos con muy bajas intensidades donde el incremento de temperatura es altamente improbable (11) .

Alteración del sueño, cefalea, pérdida transitoria de la memoria, alteraciones cardiovasculares y formación de tumores son las principales manifestaciones a intensidades muy bajas.

No obstante, estos resultados provienen de investigación experimental con animales o humanos voluntarios expuestos a niveles bajos de radiación durante cortos periodos de tiempo. Durante dichos periodos se describieron alteraciones de la barrera hemato-encefálica (sistema que regula el paso de sustancias al cerebro) (12), el transporte de calcio a través de las membranas celulares (13) y diversos neurotransmisores como la acetil-colina (regulador de los procesos cognitivos (atención, memoria) (14) y el sistema dopaminérgico/opiáceo asociado con el sistema de gratificación y la regulación del dolor entre otros (15).

Otro aspecto importante podría ser la interacción entre las RFs y algunos fármacos como los utilizados para tratar el glaucoma puedan incrementar el posible daño de las RFs sobre el ojo (16).

También se ha descrito un aumento de marcadores tumorales como puede suponer la expresión de genes c-fos en nematodos (17), un incremento del 100% de la ornitindecarboxilasa(marcador tumoral) (18) y un aumento de la inducción del crecimiento celular entre otros (19).

También se ha descrito daño en el ADN de tejido testicular y cerebral de ratones irradiados con 2,45 GHz (SAR 0,2 W/Kg) (20) y un aumento de roturas en simples y dobles enlaces del ADN de ratas sometidas a 2,45 GHz (SAR 0,6 W/kg;) (21,22,23) que fueron inhibidas mediante la administración de melatonina. Sin embargo, estos trabajos no fueron replicados por otros autores posteriormente (24).

Por otro lado, cuando se tiene en cuenta la duración del estímulo se observa que este parámetro ha de tenerse en cuenta a la hora de valorar o predecir el posible daño celular. De esta manera se ha observado que dosis elevadas de RFs producen los mismos efectos que otras más bajas pero actuando más tiempo. De ahí que aumentando el tiempo de exposición se describieran alteraciones en la función celular y en la actividad de diversos marcadores tumorales incluso para valores de exposición muy bajos. De hecho, Philips et al. (25) describieron daño en el ADN tras 24 horas de exposición a RFs de baja intensidad argumentando que los efectos podían ser la consecuencia de una acumulación mórbida, de manera que la siguiente exposición redundara en un mayor efecto debido a un menor umbral de resistencia. Del mismo modo Persson et al, (12) destacaron que las RFs incrementaban la permeabilidad de la barrera hematoencefálica de ratones a intensidades muy bajas. Más concluyentes fueron Magras y Xenos (26) al constatar que la exposición a generaciones sucesivas de ratones producía un descenso progresivo de su capacidad reproductora llegando a su total incapacidad tras la cuarta generación.

Por lo tanto, además de considerar los parámetros habituales es importante tener en cuenta la duración de la exposición ya que al principio se puede producir una adaptación y tolerancia o disminución del efecto esperado para una conocida dosis y al cabo del tiempo sobrepasar esta capacidad de adaptación para producir un "break-down" o imposibilidad de restablecer la homeostasis (equilibrio) dando lugar finalmente a la degeneración o muerte celular e incluso una transformación blástica o tumoral.

Como ejemplo de esto último podemos citar el estudio de Repacholi et al, (27) evidenciando como una cepa de ratones transgénicos y expuestos crónicamente a 900 MHz (sistema GSM) incrementaba hasta un 100% el número de linfomas demostrando una asociación entre el desarrollo de tumores y la exposición a RFs de muy baja intensidad.

Finalmente, resaltar que las dosis elevadas que de forma accidental o por riesgo laboral se puedan sufrir en el tiempo pueden dar lugar incluso a aberraciones cromosómicas tal y como describe Garaj-Vrhovac y cols., (28) y Maes y cols., (29-30) en linfocitos de trabajadores de antenas.

Además, es importante destacar los trabajos sobre salud y exposición a RFs provenientes de las emisoras de radio-televisión(RTV) y el radar entre los antecedentes de esta nueva tecnología y de cuya información previa deberíamos alimentarnos en la actualidad para evitar en lo posible cometer los errores del pasado. De esta forma, indicar que la TM analógica usa señales parecidas a las de las estaciones de RTV y la digital se basa en microondas pulsadas muy similares a las señales de los radares.

Estudios epidemiológicos sobre exposición a ondas de RTV y radar incluyen incrementos en función de la dosis de cáncer de cerebro, leucemia y otros tumores así como alteraciones cardíacas, neurológicas y reproductivas.

Entre los diversos estudios cabe destacar el "Schwarzenburg Study" donde la exposición aguda y crónica a las ondas cortas de la radio dio lugar a alteraciones del sueño en función de la dosis recibida (31-32). Además, existía una correlación directa entre el insomnio y la

secreción disminuida de melatonina restableciéndose con la suspensión de las emisiones de radio. Los investigadores del “ Schwarzenburg Study ” concluyeron que había una relación causal entre la alteración del sueño y la exposición a las ondas de la radio. Esto demuestra la exquisita sensibilidad del cerebro a las RFs, reduciendo la secreción de una neurohormona tan vital como la melatonina implicada en la regulación del sueño, la fatiga crónica y el cáncer.

El estudio de Hawaii demostró una elevación significativa de la leucemia en niños que vivían en la proximidad de las torres de emisión de radio Hawaii, SIR = 2.09 (95%CI: 1.08-3.65) (33) . Del mismo modo el estudio de “ North Sydney Leukaemia Study “ evidenció también una elevación significativa de leucemia en niños y adultos, y mortalidad en los ribereños de las torres de emisión de RTV en North Sydney (34) . También Dolk et al, (35) describieron en el "United Kingdom Regional TV Tower Study" una alta incidencia de leucemia en adultos que vivían cerca de la torre que disminuía con la distancia. Finalmente, el estudio de Selvin et al, (36) que dio lugar al "Sutra Tower Study : over San Francisco Bay Area" demostró que las ondas de la torre de transmisión del monte Sutra sobre la bahía de San Francisco se correlacionaban con una elevada tasa de cánceres en niños, principalmente de cerebro dentro de un radio de 1 kilómetro alrededor de la torre, con una relación lineal dosis-respuesta muy significativa con todos los cánceres y especialmente los tumores cerebrales.

Desde 1966 a partir de trabajos publicados en países del resto de Europa se describió la existencia de síntomas particulares entre trabajadores militares expuestos crónicamente (varios años) a las hiperfrecuencias. Así, Robinette et al. (1980) (37) en el "Korean War Study" encontró una relación directa entre nivel de exposición al radar con la tasa de mortalidad y cánceres respiratorios a partir de los datos clasificados según el nivel de exposición de 40,000 marinos. También, Goldsmith (38) evidenció una elevada mutagénesis y carcinogénesis entre los empleados de la embajada americana en Moscú que fueron expuestos crónicamente a una señal de radar en el rango de 2 a 8 uW/cm² desde 1950 a 1970 (Lilienfeld Study (39)).

Posteriormente, en 1998, una publicación americana (40) confirmaba que esta enfermedad de las radiofrecuencias igualmente denominada síndrome de las microondas era una realidad médica asociada a esta exposición y cuya tecnología es la base principal de la telefonía celular actual.

Entre los principales síntomas de la enfermedad de las radiofrecuencias tenemos un síndrome asténico, caracterizado por fatigabilidad, irritabilidad, cefalea, náuseas y anorexia; un síndrome distónico cardiovascular: modificaciones de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial; - un síndrome diencefálico: somnolencia, insomnio, alteraciones sensoriales (disminución de la capacidad odorífera).

Más recientemente, se ha descrito la presencia de micronúcleos en trabajadores de radar (Garaj-Vrhovac y cols., (1990 (28) y en bovinos expuestos al radar Balode et al, (41) .

Es importante resaltar del propio informe Steward una idea que parece concluyente como es la interacción y **posible potenciación de diferentes agentes o sustancias co-cancerígenas y cancerígenas existentes en nuestro entorno. De ahí la importancia de restringir al máximo la presencia de RFs ya que éstas potenciarían la transformación tumoral de los Rayos X y benzopireno (42-43) a pesar de que es cierto que otros autores no hayan encontrado dicha transformación (44) . Sin embargo, los grupos de Scarfi (45) y Maes (46) , publicaron en 1996 y 1997 unos estudios que demostraron que las RFs amplifican el efecto genotóxico de la mitomicyn-C , por la presencia de micronúcleos en cultivo de linfocitos de bovino y en linfocitos humanos respectivamente .Un estudio anterior de Szmiglelski et al, (47) demostró que las RFs incrementaban hasta tres veces el número de tumores de piel con una dosis subcarcinogénica de benzopireno.**

MECANISMO DE ACCION

Entre los mecanismos biológicos que pueden verse afectados por las radiaciones electromagnéticas destaca entre otros el papel que juega la glándula pineal y su hormona la melatonina que parece disminuir su secreción nocturna por la acción de estas radiaciones.

Esta disminución de secreción nocturna favorece la acción nefasta de los radicales libres y la aparición de tumores probablemente por una menor actividad del gen antitumoral p53.

Además se hipotetiza con que la disminución de melatonina incrementa la tasa de estrógenos circulantes favoreciendo la proliferaciones de tumores estrógeno dependientes como el cáncer de mama de células tumorales con receptores para el estrógeno.

La disminución de melatonina puede producir como mecanismo compensador un descenso de serotonina y de esta forma aumentar el riesgo de aparición de depresión.

Por otro lado, se utiliza médicamente la capacidad diatérmica de las microondas para calentar tejidos interiores (rehabilitación muscular...) que disminuye con el aumento de la frecuencia hasta ser casi nula en la región del infrarrojo. De esta forma, no tiene sentido argumentar inocuidad en base a que la región espectral de las microondas sea energéticamente muy inferior a la del infrarrojo, luz visible o ultravioleta ya que estas radiaciones disipan toda su energía en superficie calentandonos la piel pero sin llegar como las microondas a penetrar los tejidos y calentar en profundidad.

Por este mecanismo, la radiación del móvil atravesaría con facilidad la piel, el celular subcutáneo y el cráneo para calentar las meninges y el cerebro(más en los niños por su mayor contenido en agua) hasta unas décimas de grado y producir un secundario mecanismo compensador de enfriamiento por aporte de sangre (vasodilatación).

Algunos investigadores, señalan que esta vasodilatación explicaría el aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica (proteje la circulación cerebral del resto del organismo) y la cefalea descrita en usuarios de móviles.

Otro argumento más falaz si cabe es negar de forma absoluta la existencia de efectos por otros mecanismos distintos del calentamiento. Por ejemplo, la prestigiosa revista IEEE ya en junio de 1972 clasificaba a los efectos por microondas en térmicos y no térmicos que sirvió para reducir 1000 veces los niveles de exposición en la URRS hasta 10

microwatios/cm². Es decir, no basta con separarse unos metros de la antena para evitar una hipertermia sino que la acción pulsante de las ondas puede producir alteraciones en la fisiología celular por debajo de la densidad de potencia capaz de elevar la temperatura

De todo esto, se deducen dos aspectos fundamentales, la necesidad de bajar los niveles de exposición residencial al MINIMO posible, hasta valores incluso inferiores a 0.1 microwatios/cm² y “acercar” la estación al móvil para que este trabaje con la mínima potencia posible evitando una sobreirradiación del usuario.

A pesar de todo, las compañías y algunos gobiernos, argumentan que no hay motivos suficientes para temer que las radiofrecuencias y las radiaciones electromagnéticas (REM) sean perjudiciales a niveles inferiores al de producción de efecto térmico en el organismo, ignorando o no dando validez a los trabajos que asocian alteración e incluso daño celular con la exposición a una baja intensidad de microondas.

En resumen, creemos que las recomendaciones de los organismos tales como el NIEHS y la OMS de extremar la precaución no están encontrando el respaldo de la sociedad en su conjunto, desde los propios ciudadanos hasta los organismos competentes. Solo los muy avezados conocen que hay que alejarse lo más posible de los campos electromagnéticos, ya sean líneas de alta tensión o transformadores, o restringir el uso de móviles y la exposición a pantallas de TV, ordenadores, transformadores etc.

Además, la industria y por desgracia algunos centros públicos emiten constantemente comunicados que tachan incluso de irracionales o alarmistas las noticias que alertan de la necesidad de tomar adecuadas medidas de precaución. En este caos de mentidos y desmentidos, de falta de más estudios epidemiológicos y de rumores e histerismos nos movemos en la actualidad. Esta situación cree que favorece aún más la alarma social, el temor y la desconfianza hacia la industria.

Incluso parece que se intenta más no dañar los intereses económicos de las empresas proveedoras que proteger la salud de los ciudadanos. En este sentido, Feychting y Ahlbom

(48) indicaron en un reciente artículo publicado en los Anales de la Academia de las Ciencias de Nueva York que generalmente la interpretación de los resultados especialmente sobre REM y cáncer es conservadora. Según estos autores incluso los trabajos que evidencian una asociación positiva entre cáncer y exposición a REM mejor aceptados por su rigor y metodología son interpretados con gran precaución esperando que otros trabajos con posterioridad puedan confirmar los hallazgos actuales, y así sucesivamente.

En definitiva, de acuerdo con la literatura científica actual es difícil establecer un nivel de inocuidad y por lo tanto, las recomendaciones de la mayoría de gobiernos de la UE y que basan sus criterios en la creencia de que solo existen los efectos térmicos deben de ser reconsideradas a la vista de las decenas de trabajos que describen daño celular asociado a los efectos no térmicos implícitos en la exposición a estas RFs.

Finalmente, nos llama la atención de que no habiendo aún un consenso sobre donde colocar el listón máximo de exposición permitida, la UE y España hallan roto aguas, desde nuestro punto de vista IMPRUDENTEMENTE en contra de aunar el principio de promover el mínimo de exposición ciudadana posible viable con la telecomunicación, disminuyendo por lo tanto el daño potencial dependiente directamente de la dosis recibida.

1.- Santini et al. (2000) Guide pratique europeen des pollutions electromagnetiques de l'environnement. Ed. Marco Pietteur. Embourg (Belgique) 239 pgs.

2.- Schwann HP The physiological basis of injury. (1957) Proc. 1st Annual Tri-Service Conf. of Biological Hazards of Microwave Radiation, RADC, Griffiss AFB, N.Y. pp 60-63; July 15-16,

3.- Arber, S.L., Lin, J.C. (1985) Microwave-induced changes in nerve cells: effects of modulation and temperature, Bioelectromagnetics 6: 257-270.

4.- Baranski, S.,(1972) Histological and histochemical effects of microwave irradiation on the central nervous system of rabbits and guinea pigs, *Am J Physiol Med* 51: 182-190

5.- Frey, A.H., Feld, S.R., Frey, B.,(1975) Neural function and behavior: defining the relationship. *Ann N Y Acad Sci* 247: 433-439.

6.- Oscar, K.J., Hawkins, T.D.,(1977) Microwave alteration of the blood-brain barrier system of rats, *Brain Res* 126: 281-293.

7.- Sanders, A.P., Joines, W.T., Allis, J.W.,(1985) Effect of continuous-wave, pulsed, and sinusoidal-amplitude-modulated microwaves on brain energy metabolism, *Bioelectromagnetics* 6: 89-97.

8.- D'Inzeo, G., Bernardi, P., Eusebi, F., Grassi, F., Tamburello, C., Zani, B.M., (1988).Microwave effects on acetylcholine-induced channels in cultured chick myotubes, *Bioelectromagnetics* 9: 363-372.

9.- Seaman, R.L., and Wachtel, H., (1978) Slow and rapid responses to CW and pulsed microwave radiation by individual *Aplysia* pacemakers, *J Microwave Power* 13: 77-86

10.- Wachtel, H., Seaman, R., and Joines, W., (1975) Effects of low-intensity microwaves on isolated neurons, *Ann NY Acad Sci* 247: 46-62.

11.- de Pomerai, D., Daniells, C., David, H., Allan, J., Duce, I., Mutwakil, M., Thomas, D., Sewell, P., Tattersall, J., Jones, D., and Candido, P., (2000), Non-thermal heat-shock response to microwaves, *Nature* 405: 417-418.

12.- Persson B.R.R., Salford L.G., Brun, A., (1997) Blood-brain barrier permeability in rats exposed to electromagnetic fields used in wireless communication. *Wireless Network* 3: 455-461.

- 13.- Dutta, S.K., Ghosh, B., and Blackman, C.F., (1989). Radiofrequency radiation-induced calcium ion efflux enhancement from human and other neuroblastoma cells in culture. *Bioelectromagnetics* 10: 197-202.
- 14.- Lai, H., Carino, M.A., and Guy, A.W.,(1989). Low-level microwave irradiation and central cholinergic systems, *Pharmac Biochem Behav* 33: 131-138.
- 15.- Lai, H.; Horita, A.; Chou, C.K.; Guy, A.W. (1984). Microwave-induced postexposure hyperthermia: involvement of endogenous opioids and serotonin. *IEEE Tran. Microwave Theory Tech.* MTT-32:882-887;
- 16.- Kues, H.A.; Monahan, J.C.; D'Anna, S.A.; McLeod, D.S.; Luty, G.A.;Koslov, S. (1992). Increased sensitivity of the non-human primate eye to microwave radiation following ophthalmic drug pretreatment. *Bioelectromagnetics* 13: 379-393; .
- 17.- Danniells C, Duce I, Thomas D, Sewell P, Tattersall J and de Pomerai D (1998). Transgenic nematodes as biomonitors of microwave-induced stress. *Mutat Res*, 399, 55.
- 18.- Byus CV, Kartun K, Pieper S, Adey WR (1988). Increased ornithine decarboxylase activity in cultured cells exposed to low energy modulated microwave fields and phorbol ester tumor promoters. *Cancer Res*, 48, 4222.
- 19.- Stagg R B, Thomas W J, Jones R A and Adey W R (1997). DNA synthesis and cell proliferation in C6 glioma and primary glial cells exposed to a 836.55 MHz modulated radiofrequency field. *Bioelectromagnetics*, 18,230 .
- 20.- Sarkar S, Ali S and Behari J (1994). Effect of low power microwave on the mouse genome: a direct DNA analysis. *Mutat Res*, 320, 141.
- 21.- Lai H and Singh N P (1995). Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*, 16, 207.

- 22.- Lai H and Singh N P (1996). Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *Int J Radiat Biol*, 69, 513.
- 23.- Lai H and Singh N P (1997). Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*, 18, 446.
- 24.- Malyapa R S, Ahern E W, Bi C, Straube W L, LaRegina M, Pickard W F and Roti Roti J L (1998). DNA damage in rat brain cells after in vivo exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation and various methods of euthanasia. *Radiat Res*, 149, 637.
- 25.- Phillips, J.L., Ivaschuk, O., Ishida-Jones, T., Jones, R.A., Campbell-Beachler, M., Haggren, W.,(1998). DNA damage in Molt-4T-lymphoblastoid cells exposed to cellular telephone radiofrequency fields in vitro. *Bioelectrochem. Bioenerg.* 45: 103-110
- 26.- Magras, I.N., and Xenos, T.D.,(1997) RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice. *Bioelectromagnetics* 18: 455-461.
- 27.- Repacholi M H, Basten A, Gebski V, Noonan D, Finnie J and Harris A W (1997). Lymphomas in E....-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res*, 147, 631.
- 28.- Garaj-Vrhovac V, Horvat D and Koren Z (1990). Comparison of chromosome aberration and micronucleus induction in human lymphocytes after occupational exposure to vinyl chloride monomer and microwave radiation. *Periodicum Biologorum*, 92, 411.
- 29.- Maes A, Verschaeve L, Arroyo A, De Wagter C and Vercruyssen L (1993). In vitro cytogenetic effects of 2450 MHz waves on human peripheral blood lymphocytes. *Bioelectromagnetics*, 14, 495.

- 30.- Maes A, Collier M, Slaets D and Verschaeve L (1995). Cytogenetic effects of microwaves from mobile communication frequencies (945 MHz) .
Electro-Magnetobiology , 14, 91.
- 31.- Altpeter, E.S., Krebs, Th., Pflugler, D.H., von Kanel, J., Blattmann, R.(1995) "Study of health effects of Shortwave Transmitter Station of Schwarzenburg, Berne, Switzerland".
University of Berne, Institute for Social and Preventative Medicine.
- 32.- Abelin, T., (1999): "Sleep disruption and melatonin reduction from exposure to a shortwave radio signal". Seminar at Canterbury Regional Council, New Zealand. August 1999.
- 33.- Maskarinec, G. Cooper, J., Swygert, L., (1994): "Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: Preliminary observations"J. Environ Pathol Toxicol and Oncol 13: 33-37.
- 34.- Hocking, B., Gordon, I.R., Grain, H.L., Hatfield, G.E., (1996): "Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers". Medical Journal of Australia, Vol 165, 2/16 December, pp 601-605.
- 35.- Dolk, H., Shaddick, G., Walls, P., Grundy, C., Thakrar, B., Kleinschmidt, I., Elliott, P., (1997): "Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain, I - Sutton-Colfield transmitter". American J. of Epidemiology, 145(1):1-9.
- 36.- Selvin, S., Schulman, J., Merrill, D.W.,(1992): "Distance and risk measures for the analysis of spatial data: a study of childhood cancers".
Soc. Sci. Med., 34: 769-777.
- 37.- Robinette, C.D., Silverman, C. and Jablon, S., 1980: "Effects upon health of occupational exposure to microwave radiation (radar)". American Journal of Epidemiology, 112: 39-53, 1980.

- 38.- Goldsmith, J.R.,(1997): "Epidemiologic evidence relevant to radar (microwave) effects". *Environmental Health Perspectives*, 105 (Suppl 6): 1579-1587.
- 39.- Lilienfeld, A.M., Tonascia, J., and Tonascia S., Libauer, C.A., and Cauthen, G.M., (1978): "Foreign Service health status study - evaluation of health status of foreign service and other employees from selected eastern European posts". Final Report
- 40.- Johnson-Liakouris, A.J. (1998) "Radiofrequency Sickness in the Lilienfeld Study: an effect of modulated microwaves". *Arch Environ Health* 53(3):236-238.
- 41.- Balode Z (1996). Assessment of radio-frequency electromagnetic radiation by the micronucleus test in Bovine peripheral erythrocytes. *Sci Total Environ*, 180, 81.
- 42.- Balcer-Kubiczek E K and Harrison G H (1985). Evidence for microwave carcinogenesis in vitro. *Carcinogenesis*, 6, 859.
- 43.- Balcer-Kubiczek E K , Harrison G H (1991). Neoplastic transformation of C3H/10T1/2 cells following exposure to 120-Hz modulated 2.45 GHz microwaves and phorbol ester tumor promoter. *Radiat Res*, 126, 65.
- 44.- Cain C D, Thomas D L and Adey W R (1997). Focus formation of C3H/10T1/2 cells and exposure to a 836.55 MHz modulated radiofrequency field. *Bioelectromagnetics*, 18, 237.
- 45.- Scarfi M R, Lioi M B, d'Ambrosio G, Massa R, Zeni O, De Pietro R, Berardino D (1996). Genotoxic effects of mitomycin-C and microwave radiation on bovine lymphocytes. *Electro-Magnetobiology*, 15, 99.
- 46.- Maes A, Collier M, Van Gorp U, Vandoninck S, Verschaeve L (1997). Cytogenetic effects of 935.2-MHz (GSM) microwaves alone and in combination with mitomycin C. *Mutat Res*, 393, 151.

47.- Szmigielski S, Bielec M, Lipski S and Sokolska G (1988). Immunologic and cancer-related aspects of exposure to low-level microwave and radiofrequency fields. IN Modern Bioelectricity (A A Marino, Ed). New York, Marcel Dekker, p 861.

48.- Ahlbom A , Feychting M. A Bayesian Approach to Hazard Identification: The case of Electromagnetic Field and Cancer. (1999) Annals New York Academy of Sciences. pp 27-33