



Universidad de Valladolid

Facultad de Enfermería

GRADO EN ENFERMERÍA

Curso académico 2013/14

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**EFECTO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS
DE BAJA FRECUENCIA EN EL DESARROLLO
EMBRIONARIO**

Autor/a: JAVIER SASTRE YÁÑEZ

Tutor/a: PEDRO MARTÍN VILLAMOR

Resumen:

En los últimos años la tecnología ha tenido un rápido desarrollo con el objetivo de hacer nuestras vidas más sencillas. Así, se han creado multitud de dispositivos que permiten las comunicaciones de forma inalámbrica, como el teléfono móvil y los dispositivos wifi, los cuales utilizan radiaciones electromagnéticas de baja frecuencia para su uso. Sin embargo, el aumento masivo de usuarios de estos dispositivos ha obligado al mundo científico a estudiar sobre los efectos de este tipo de radiaciones sobre el ser humano.

Ante la falta de información clara, se ha visto necesario realizar esta revisión bibliográfica, mediante la cual, se quiere concienciar a las mujeres embarazadas, debido a la mayor vulnerabilidad del feto ante la exposición a radiaciones electromagnéticas, del peligro de éstas.

Palabras clave

Radiaciones electromagnéticas – electromagnetic radiation

Tolerancia- tolerance

Desarrollo embrionario- embryonic development

Embarazo- pregnancy

Índice:

1. Justificación y objetivos
2. Introducción
 - 2.1. Las Radiaciones electromagnéticas
 - 2.1.1. Características de las ondas electromagnéticas
 - 2.1.2. Medida de la frecuencia de onda
 - 2.1.3. El espectro electromagnético
 - 2.2. El desarrollo embrionario
3. Desarrollo
 - 3.1. REM emitidas por teléfonos móviles
 - 3.1.1. Efectos biológicos
 - 3.1.2. Características de la radiación y niveles de tolerancia
 - 3.1.3. Estudios experimentales y epidemiológicos
 - 3.1.4. Conclusiones
 - 3.2. REM emitidas por dispositivos WIFI
 - 3.2.1. Efectos biológicos
 - 3.2.2. Características de la radiación y niveles de tolerancia
 - 3.2.3. Estudios experimentales y epidemiológicos
 - 3.2.4. Conclusiones
4. Conclusiones y recomendaciones.
5. Bibliografía

CAPÍTULO 1: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Desde hace décadas se han publicado multitud de investigaciones que buscaban dar respuesta a si la exposición de los seres vivos a radiaciones electromagnéticas, en particular las no ionizantes, afectaba a su desarrollo normal, incluyendo el periodo embrionario.

Aunque alguno de los estudios señalan que existe un riesgo real para algunas enfermedades en un determinado momento y lugar, la mayor parte de los trabajos que tratan este tema niegan que exista una relación dosis- respuesta, y explica este pico en la incidencia de enfermedades que otros estudios reflejan, como los llamados “clusters”. 6

A pesar de esto, teniendo en cuenta por un lado la fecha de publicación de estos estudios y, por otro, los datos del Instituto Nacional de estadística*, que señalan un importante crecimiento anual de la tecnología en los hogares españoles (74,8% de ellos con teléfono móvil y fijo y 69,8% con acceso a la Red, frente al 66,6% del año anterior, creemos necesario actualizar, mediante esta revisión, los datos que permitan concluir si hay una situación real de riesgo derivado de la exposición a este tipo de radiaciones. Dado que los efectos presuntamente nocivos de las mismas afectan a los tejidos en rápido crecimiento, centraremos esta revisión en los efectos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes o de baja frecuencia en el desarrollo embrionario del ser humano.

*INE, 25 de octubre del 2013

OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL:** Actualizar la información sobre los posibles efectos nocivos sobre el desarrollo embrionario de la exposición a radiaciones electromagnéticas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**
 - Concienciar a la sociedad del posible riesgo de las nuevas tecnologías que emiten radiaciones electromagnéticas de baja frecuencia.

 - Provocar un cambio en los hábitos de mujeres embarazadas frente a los dispositivos que emitan radiaciones electromagnéticas.

CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN

2.1 LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS (REM)

Las REM son una forma de propagación de energía en forma de ondas, las cuales están formadas por campos eléctricos y magnéticos. Éstos tienen direcciones perpendiculares en el espacio y se propagan a una velocidad similar a la luz.

Este tipo de ondas tienen la capacidad de propagarse sin necesidad de un medio material para ello, es decir, se propagan en el vacío y pueden propagarse por el aire.

2.1.1 Características de las ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas poseen tres características principales, que están directamente relacionadas entre sí. Estas características son la longitud, la frecuencia y la energía. Cada una de ellas condiciona el efecto de la onda sobre un sistema biológico.

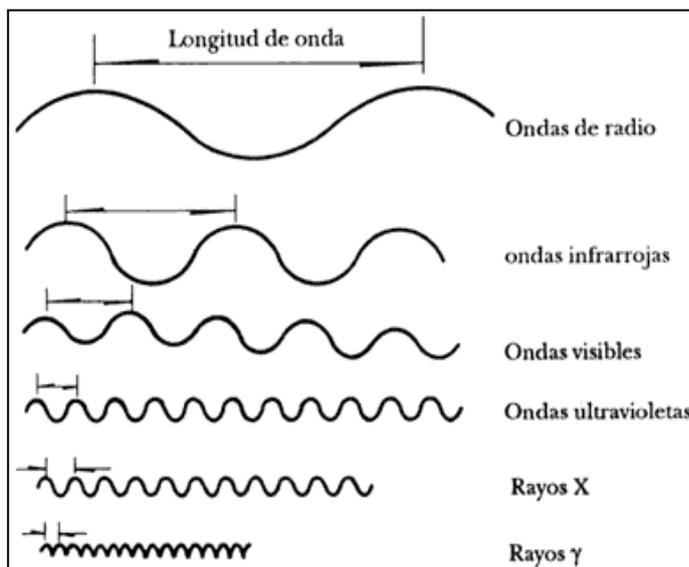


Figura 1. Descripción esquemática de las diferentes longitudes de onda en el espectro electromagnético. Las ondas de mayor longitud (menor frecuencia) corresponden a las ondas de radio; las de menor longitud de onda (y más alta frecuencia) son los rayos gamma. **1**

La frecuencia mide el número de ciclos completos que realiza una onda en un periodo de tiempo determinado, mientras que la longitud de onda se refiere a la distancia existente entre dos ondas. Estas dos características están íntimamente relacionadas; así, cuantas más ondas se transmitan, menor distancia habrá entre cada una de ellas, teniendo en cuenta que la longitud total de la cuerda no varía.

2

2.1.2 Medida de la frecuencia de onda

La medición de la frecuencia de la onda se realiza en hercios (Hz) y mide la cantidad de ciclos completos por segundo, con lo que una frecuencia de 2 Hz realizaría dos ondas en un segundo.

Como ya se ha comentado, la frecuencia es inversamente proporcional a la longitud de onda (a mayor longitud de onda, menor frecuencia y viceversa).

Las ondas electromagnéticas están formadas por cúmulos de energía llamados fotones. Esta energía es directamente proporcional a la frecuencia de la onda; así, cuanto más alta es la frecuencia de la onda, mayor será la energía que tendrá cada fotón.³

2.1.3 El espectro electromagnético

Al conjunto de todas las frecuencias se la denomina espectro electromagnético

Según la cantidad de energía que poseen, las ondas se clasifican en ondas ionizantes y no ionizantes. ⁴

Las ondas ionizantes son aquellas con energía suficiente como para romper los enlaces existentes entre las moléculas. Estas ondas constituyen, en el espectro electromagnético, las ondas de elevada frecuencia, entre los que destacan los rayos "X".

Las ondas no ionizantes constituyen el espectro electromagnético que no produce cambios en la materia a la que son expuestas.⁵ Éstas son las de baja

frecuencia, las cuáles emiten muchos de los dispositivos de uso doméstico como los teléfonos móviles, dispositivos Wifi, radios, pantallas de televisión, microondas...



Figura 2. Representación gráfica del espectro electromagnético que muestra los dos tipos de radiaciones, ionizantes y no ionizantes, y las fuentes emisoras. 2

2.2 EL DESARROLLO EMBRIONARIO

El desarrollo embrionario abarca las 8 primeras semanas del periodo que transcurre desde la fecundación o unión de los gametos masculino y femenino, hasta el nacimiento.

A la célula resultante de esta unión se la denomina cigoto, la cual contiene toda la información genética; mitad heredada por el espermatozoide del padre y la otra mitad por el óvulo de la madre.

Tras esta unión, el cigoto comienza un periodo de divisiones mitóticas, cuyas células se denominan blastómeros; y entorno al tercer día desde la fecundación, estas células formarán la mórula, agrupación celular formada por la masa celular interna o embrioblasto, que dará lugar al embrión propiamente dicho, y

la masa celular externa, que formará el trofoblasto y que posteriormente se encargará de funciones de nutrición y protección, como la placenta.

Una vez que se produce la implantación de este grupo de células en la mucosa uterina, comienza un proceso de división y diferenciación celular mediante el cual las células adquieren su función específica. Es durante esta etapa de rápido crecimiento cuando el embrión es más susceptible a cualquier tipo de teratógenos, químicos o físicos y, entre estos últimos, incluiríamos las radiaciones electromagnéticas. ⁷

Para el estudio de los efectos de las radiaciones electromagnéticas sobre el embrión, diferenciaremos varios tipos de onda y dispositivos que la generan, estudiándoles de forma individual, ya que sus propiedades y por tanto sus efectos sobre el desarrollo embrionario son diferentes. Así, centraremos esta revisión bibliográfica en los dispositivos WIFI y los teléfonos móviles.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO

3.1 RADIACIONES EMITIDAS POR LA TELEFONÍA MÓVIL

3.1.1 Efectos biológicos

De forma general, se pueden distinguir dos tipos de efectos de las REM: los efectos térmicos producidos por la conducción de la energía generada por el móvil en forma de calor y los efectos de las radiaciones emitidas por éstos, siendo los segundos los que van a ser contrastados en esta revisión bibliográfica.

3.1.2 Características de la radiación y niveles de tolerancia

Como se ha comentado anteriormente, las radiaciones emitidas por telefonía móvil pertenecen al espectro de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes, de forma específica al rango de frecuencias comprendidas entre 900 y 1800 MHz (ver figura 2).

Las radiaciones de la telefonía móvil se clasifican según la distancia existente entre el objeto emisor de la radiación y la persona que recibe dicha radiación. Así, distinguiremos entre dos tipos de fuentes emisoras: las antenas de estaciones base y los propios teléfonos móviles, en los que centraremos el estudio debido a que, como ya se ha señalado anteriormente, han sufrido un importante incremento en los últimos años.

La exposición a estas radiaciones tiene lugar en el denominado “campo próximo”, llamado así porque la distancia existente entre el teléfono móvil y la persona que lo usa es menor que la longitud de onda emitida por el dispositivo. Por este motivo la medida de la radiación que llega a nuestro cuerpo emitida por el teléfono móvil es más difícil de cuantificar que la transmitida por las antenas. Así, estimaremos la radiación de los teléfonos móviles mediante la tasa de absorción específica, la cual dependerá de varios factores como las

características eléctricas de los tejidos de los cuerpos en los que inciden las radiaciones o las dimensiones, morfología y potencia del elemento emisor de la onda, en este caso el teléfono móvil. 6, 19

Teniendo en cuenta todos los parámetros de los que depende la tasa de absorción específica, se han realizado estudios cuyos resultados han concluido que los valores de la tasa de absorción, están por debajo de los niveles máximos recomendados* 8

3.1.3 Estudios experimentales y epidemiológicos

Aún sabiendo que los niveles de absorción de tejidos y órganos relacionados con el teléfono móvil, están por debajo del límite máximo admitido, varios autores han puesto en duda la ausencia de efectos nocivos en el desarrollo embrionario debido a la posible aparición de éstos cuando el tiempo de exposición es prolongado.

La mayor parte de las investigaciones revisadas han sido realizadas exponiendo embriones animales a las radiaciones electromagnéticas de los móviles. No obstante, también se describen estudios epidemiológicos en los que se evalúan los posibles efectos de la exposición a estas radiaciones de forma retrospectiva.

A pesar de que la mayoría de los estudios demuestran un efecto negativo sobre el embrión, no existe un objetivo común entre los estudios, centrándose cada uno en diferentes aspectos como: los cambios en las proteínas coriónicas de la placenta y el desarrollo del sistema nervioso 9, variaciones de la frecuencia y gasto cardíaco 10, variaciones histológicas de la retina (espesor y pigmentación)11, problemas de conducta e hiperactividad 12, aumento de la mortalidad embrionaria 13, producción de radicales libres previo a un estrés oxidativo de la célula y la potencial aparición de tumores 14, apoptosis celular y fragmentación del DNA 15 y variación del número de somitas y daño en el DNA 16.

* Real decreto 1066/2001

Por otro lado se han estudiado los resultados de una revisión bibliográfica que niegan el desarrollo anormal de embriones expuestos a radiaciones electromagnéticas de baja frecuencia emitidas por los teléfonos móviles. **18**

3.1.4 conclusiones

Los estudios recientes que cuestionan la ausencia de riesgos en el desarrollo normal del embrión, han demostrado, a diferencia de los más antiguos, que existe un riesgo potencial tras exponer al embrión a radiaciones electromagnéticas emitidas por los teléfonos móviles.

Aunque la mayor parte de los estudios van dirigidos a diferentes aspectos del desarrollo embrionario, es cierto que existe una prevalencia de los estudios centrados en el tejido y desarrollo neuronal, en donde los principales efectos de las radiaciones electromagnéticas son: la variación de las propiedades electrofisiológicas de las neuronas de Purkinje, el aumento de la presión sanguínea y el aumento de la diferenciación celular y, como consecuencia, mayor aparición de gliomas.

Por lo tanto, se cree conveniente seguir estudiando diferentes aspectos del efecto de este tipo de emisiones sobre el organismo y se propone seguir una línea de investigación que permita extraer resultados concluyentes sobre una misma estructura orgánica. **17, 18**

3.2 RADIACIONES EMITIDAS POR LOS DISPOSITIVOS WIFI

3.2.1 Características de las radiaciones

Al igual que las radiaciones emitidas por los teléfonos móviles, la radiación usada por los dispositivos Wifi forma parte de las radiaciones microondas, situadas, dentro del espectro de las radiaciones no ionizantes, entre las radiofrecuencias y las radiaciones infrarrojas. **20**

Dentro del rango de frecuencias de las microondas (300 MHz a 300 GHz) los dispositivos Wifi funcionan dentro de la banda de frecuencias de 2,4 GHz, la cual está dentro de las bandas abiertas para uso general, es decir, que no requieren licencia para su uso. 20, 21

El alcance de un dispositivo Wifi estándar va de 35 a 100 metros en interiores pero, al igual que la mayor parte de las radiaciones, su área de alcance dependerá de factores como la potencia del dispositivo o de las barreras físicas que encuentre esa señal. 21

Así, materiales como el metal o el agua son considerados grandes absorbentes frente a la baja interferencia que provocan la madera o el vidrio. 20

El uso de redes inalámbricas de área local se ha visto incrementado debido a la autonomía y movilidad que ofrece entre todo tipo de usuarios incluyendo hospitales o centros de educación.

Por eso, aun sabiendo que la tasa de absorción (SAR) es inferior a la máxima recomendada 23, 24 y que la exposición a este tipo de radiaciones es inferior a la recibida por los teléfonos móviles, ha surgido una alarma social generada por el aumento masivo de estos dispositivos que ha obligado al mundo científico a investigar sobre el tema.

3.2.2 Estudios experimentales y epidemiológicos

Para extraer unas conclusiones que pudieran ser determinantes se han revisado varios estudios de los últimos 4 años, los cuales, por razones éticas, se han realizado en su mayoría con muestras animales excepto un estudio que utiliza como muestra semen de hombres sanos. 25

Aunque no existe un órgano o células comunes sobre las que estudiar, existe mayor prevalencia de las investigaciones que demuestran alteraciones en los órganos sexuales. Estos artículos demuestran: La ausencia de efectos perjudiciales en el desarrollo de las células T del sistema inmunitario 26,

ausencia de aumento de los niveles de tres marcadores de estrés (3-Nitrotyrosine, un marcadores de estrés oxidativo y las proteínas Hsp25 y Hsp70) 27, ausencia de efectos en la proliferación de células B y en los niveles de IgG e IgM 28, Variaciones en la morfología de los espermatozoides y disminución del espesor de las diferentes partes del espermatozoide 29, aumento del daño oxidativo al aumentar el grado de oxidación lipídica y disminución del estado antioxidante total, causando por lo tanto pubertad precoz y lesión testicular 31, aumento de los fallos en las cadenas de ADN, supresión de la implantación y deformidades en el embrión 33

Por otro lado, se han revisado dos investigaciones que demuestran un factor protector del posible estrés oxidativo causado por las radiaciones emitidas por dispositivos Wifi. Una de ellas demuestra un aparente efecto protector de la L-carnitina y el selenio mediante la inhibición de radicales libres y la estimulación del sistema antioxidante 34. La otra investigación demuestra, mediante la suplementación de melatonina, la reducción del daño oxidativo en testículos de ratas y la estimulación del sistema antioxidante 32.

Ante la situación actual, en la cual el uso de estos dispositivos se ha visto tan incrementada y a diferencia de los estudios sobre el efecto de las radiaciones de teléfonos móviles, únicamente uno de los estudios sobre dispositivos wifi propone continuar en esta línea de investigación mediante estudios que demuestren estas teorías 25.

Por otro lado, uno de los estudios revisados no sólo muestra los resultados, en su caso perjudiciales para el embrión, sino que además recomienda a los usuarios de dispositivos wifi, evitar largas exposiciones a este tipo de radiaciones como prevención ante el riesgo potencial: “We suggest Wi-Fi users to avoid long-term exposure of RF emissions from Wi-Fi equipment” 29.

3.2.3 Conclusiones

Aunque el número de estudios sobre el tema se ha visto incrementado en los últimos años, resulta insuficiente para poder extraer conclusiones determinantes sobre el uso y efecto de los dispositivos Wifi en el desarrollo embrionario.

Ante los problemas éticos de realizar este tipo de estudios en humanos, solo es posible el estudio en animales o la realización de estudios epidemiológicos retrospectivos, en los cuales es posible que interfieran factores desconocidos como los hábitos de vida o la contaminación local, que invaliden el estudio, lo que dificulta aún más su estudio.

Se ve necesario continuar en esta línea de investigación y realizar estudios que contrasten resultados dentro de un mismo órgano, sistema o efecto.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de esta revisión bibliográfica se han expuesto los resultados de diferentes estudios sobre si la exposición a radiaciones electromagnéticas de baja frecuencia emitidas por dispositivos wifi y teléfonos móviles afecta al desarrollo embrionario. Todos los estudios revisados tienen una antigüedad menor de 5 años y, a diferencia de los estudios más antiguos, la mayor parte de ellos concluyen en un efecto perjudicial sobre el embrión.

La reciente expansión de todos estos dispositivos y la inclusión de ellos de forma casi necesaria a nuestras vidas han creado una situación de preocupación entre los usuarios de estos dispositivos, especialmente entre las mujeres embarazadas.

A pesar de que aún es necesario la realización de más estudios que concluyan sobre el efecto de las ondas electromagnéticas, creemos conveniente incluir en los protocolos de intervenciones de enfermería recomendaciones que ayuden a mujeres embarazadas a prevenir los posibles efectos de estas radiaciones: 21,22

- Si las conversaciones con el teléfono móvil son prolongadas, usar el modo de manos libres.
- Utilizar un teléfono con un valor SAR bajo.
- Evitar el uso del teléfono móvil cerca de antenas o torres de alta tensión ya que la radiación aumenta en esta situación.
- Guardar el teléfono móvil con la pantalla hacia el cuerpo, ya que la radiación es más intensa en la parte externa.
- Cuando el teléfono móvil esté inactivo, evitar tenerlo cerca de forma continua.

- Evitar cargar el teléfono móvil cerca de la cama o apagarlo por las noches.
- Usar fundas antirradiación "Blocsock" que reducen la radiación absorbida por el cerebro 25 veces.
- No acercar el teléfono a la cabeza hasta que se haya establecido la conexión.
- Evitar cubrir la antena del teléfono con la mano.
- Evitar llamar mientras se está viajando a alta velocidad.
- Evitar llevar el móvil en el bolsillo delantero del pantalón, ya que puede afectar a la fertilidad masculina.
- Evitar, en la medida de lo posible, llamar y utilizar más los mensajes.
- Usar la telefonía fija en vez del teléfono móvil mientras estemos en casa.
- Utilizar en casa internet por cable en vez de dispositivos wifi.
- Apagar el wifi por las noches y evitar colocarlo cerca de lugares de mayor estancia o descanso y apagar la opción wifi del portátil.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Bravo S. Plasmas en todas partes. Fodo de cultura económico, S.A de C.V. 1994
2. Conectar igualdad. Los sistemas de telecomunicaciones inalámbricos y las radiaciones no ionizantes [edición online]. Disponible en URL: <http://rni.educ.ar/campos-electromagneticos/conceptos-basicos-longitud-frecuencia-ondas.html>.
3. Frizzera V D. Radiaciones no ionizantes. Comisión nacional de comunicaciones. 2007 Febrero [edición online]. Disponible en: http://www.cnc.gov.ar/publicaciones/Informe_RNI-Final.pdf
- 4 Catay R, Torres T, Solano C J. Medición de radiaciones no ionizantes en CTIC. Universidad de ingeniería de Lima. 2009[edición online]. Disponible en URL: <http://compinformatidf.files.wordpress.com/2009/09/medicion020909.pdf>
- 5 Hernando A, et al. Campos electromagnéticos y efectos biológicos. Universidad complutense de Madrid [edición online]. Disponible en URL : <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ucmp/pags.php?tp=Campos%20electromagn%E9ticos%20y%20efectos%20biol%F3gicos&a=directorio&d=0014553.php>
- 6 Gil-loyzaaga P, Úbeda A. Informes sanitarios siglo XXI: Ondas electromagnéticas y salud. Servicio de bioelectromagnética, Departamento de investigación, Hospital Ramón y Cajal; 2001.
7. Sandler TW. Langman: embriología médica.11ª edición. Wolters Kluwe-Lippcott Williams & Wilkins; 2009.
- 8 Hansson K. Campos de radiofrecuencia y microondas. Teléfonos móviles. In: Knave B. Radiaciones no ionizantes. Riesgos generales [edición online]. Disponible en URL: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/49.pdf>.
9. Luo Q, Jiang Y, Jin M, Xu J, Huang H-F. Proteomic analysis on the alteration of protein expression in the early-stage placental villous tissue of electromagnetic fields associated with cell phone exposure. *Reprod Sci* Thousand Oaks Calif. 2013 Sep.

- 10 Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H. Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones. Saudi Med J. 2008 Feb.
- 11 Zareen N, Khan MY, Ali Minhas L. Derangement of chick embryo retinal differentiation caused by radiofrequency electromagnetic fields. Congenit Anom (Kyoto). 2009 Mar.
- 12 Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. Epidemiology. 2008 Jul.
- 13 Grigor'ev IG. [Biological effects of mobile phone electromagnetic field on chick embryo (risk assessment using the mortality rate)]. Radiats Biol Radioecol. 2003 Oct.
- 14 Burlaka A, Tsybulin O, Sidorik E, Lukin S, Polishuk V, Tshmistrenko S, et al. Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation. Exp Oncol. 2013 Sep.
- 15 Chavdoula ED, Panagopoulos DJ, Margaritis LH. Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation: Detection of apoptotic cell-death features. Mutat Res. 2010 Jul 19.
- 16 Tsybulin O, Sidorik E, Briieva O, Buchynska L, Kyrylenko S, Henshel D, et al. GSM 900 MHz cellular phone radiation can either stimulate or depress early embryogenesis in Japanese quails depending on the duration of exposure. Int J Radiat Biol. 2013 Sep.
- 17 Poulis AF. Reproductive and developmental effects of EMF in vertebrate animal models. Pathophysiology. 2009 Aug.
- 18 Behari J. Biological responses of mobile phone frequency exposure. Indian J Exp Biol. 2010 Oct.
- 19 Instituto nacional del cáncer. Teléfonos celulares y el riesgo de cáncer [edición online]. Actualizado el 24 de junio de 2013. Disponible en URL: <http://www.cancer.gov/espanol/recursos/hojas-informativas/riesgo-causas/telefonos-celulares>.
- 20 Frenzel AM, Carrasco A, Monachesi E, Chaile MG. Efecto de la Foresta en las Transmisiones Electromagneticas dentro de una WLAN (LAN inalámbrica). Argentina:edutecne;2010.[edición online].Disponible en URL: http://www.edutecne.utn.edu.ar/wlan_frt/fis_ondas_rad_IEEE802-11b.pdf

- 21 Fundación vivo sano.Escuela sin wifi.[internet]. Actualizado el 17 de marzo de 2014.Disponible en URL: <http://www.escuelasinwifi.org>.
- 22 Alonso Fustel E, Garcia Vázquez R, Onaindia Olalde C. Campos electromagnéticos y efectos en salud. Bizcaia: 2012 nov.[edición online].Disponible en URL: http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-gkgnr100/es/contenidos/informacion/cem_salud/es_cem/adjuntos/cem.pdf
- 23 Scientific committee on emerging and newly identified health risks. Health effects of exposure to EMF.Bruselas:2009 jan. [edición online].Disponible en URL: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_022.pdf
- 24 Federal office of public health.[internet].Disponible en URL: <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>
25. Avendaño C, Mata A, Sanchez Sarmiento CA, Doncel GF. Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. Fertil Steril. 2012 Jan.
26. Laudisi F, Sambucci M, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Altavista P, et al. Prenatal exposure to radiofrequencies: effects of WiFi signals on thymocyte development and peripheral T cell compartment in an animal model. Bioelectromagnetics. 2012 Dec.
27. Aït-Aïssa S, de Gannes FP, Taxile M, Billaudel B, Hurtier A, Haro E, et al. In situ expression of heat-shock proteins and 3-nitrotyrosine in brains of young rats exposed to a WiFi signal in utero and in early life. Radiat Res. 2013 Jun.
28. Sambucci M, Laudisi F, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Altavista P, et al. Prenatal exposure to non-ionizing radiation: effects of WiFi signals on pregnancy outcome, peripheral B-cell compartment and antibody production. Radiat Res. 2010 Dec.
29. Dasdag S, Taş M, Akdag MZ, Yegin K. Effect of long-term exposure of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions. Electromagn Biol Med. 2014 Jan 24.
30. Havas M, Marrongelle J. Replication of heart rate variability provocation study with 2.4-GHz cordless phone confirms original findings. Electromagn Biol Med. 2013 Jun.
31. Özorak A, Nazıroğlu M, Çelik Ö, Yüksel M, Özçelik D, Özkaya MO, et al. Wi-Fi (2.45 GHz)- and mobile phone (900 and 1800 MHz)-induced risks on oxidative stress and elements in

kidney and testis of rats during pregnancy and the development of offspring. *Biol Trace Elem Res.* 2013 Dec.

32. Oksay T, Nazırođlu M, Dođan S, Güz el A, Gümral N, Koş ar PA. Protective effects of melatonin against oxidative injury in rat testis induced by wireless (2.45 GHz) devices. *Andrologia.* 2012 Nov 12.

33. Ş ahin S, Singh VP, Ş hukla RK, Dhawan A, Gangwar RK, Singh SP, et al. 2.45 GHz microwave irradiation-induced oxidative stress affects implantation or pregnancy in mice, *Mus musculus.* *Appl Biochem Biotechnol.* 2013 Mar.

34. Türker Y, Nazırođlu M, Gümral N, Celik O, Saygın M, Cömlekçi S, et al. Selenium and L-carnitine reduce oxidative stress in the heart of rat induced by 2.45-GHz radiation from wireless devices. *Biol Trace Elem Res.* 2011 Dec.