



TRABAJO DE FIN DE GRADO

RELACIÓN ENTRE EL USO DEL MÓVIL Y RIESGO DE CÁNCER Y OTRAS PATOLOGÍAS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Alumno: Sandro Luis Delgado

Tutora: M. Ángeles Arias Rodríguez

Medicina Preventiva y Salud Pública

Curso académico 2016-2017

Índice general

Resumen	1
Palabras clave	2
Abstract	2
Key words	3
1. Introducción	4
2. Objetivos	8
2.1.1. Objetivo general	8
2.1.2. Objetivo específico	8
3. Material y métodos	9
4. Resultados y discusión	10
4.1.1. Relación de radiaciones emitidas por el móvil y cáncer	10
4.1.2. Otros efectos sobre la salud de las radiaciones del móvil	15
4.1.3. Otros efectos relacionados con el uso del móvil	17
4.1.4. Medidas de control y protección de la salud	17
5. Conclusiones	19
Bibliografía	21

RESUMEN

Introducción: En los últimos años, ante el uso masivo de las tecnologías, y especialmente del teléfono móvil, existe una gran preocupación a nivel mundial acerca de la posible repercusión de las radiaciones electromagnéticas sobre la salud y, especialmente, desde que los campos electromagnéticos producidos por los teléfonos móviles fueron declarados en el año 2011, por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, como posibles cancerígenos para el hombre.

Material y Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica y se analizaron los estudios más relevantes relacionados con el uso a largo plazo del teléfono móvil con cáncer y otras patologías y accidentes, encontrando grandes controversias entre los mismos.

Se han revisado distintos estudios casos-control, estudios de cohorte o experimentales. Diversos estudios relacionan este uso a largo plazo con la aparición de tumores cerebrales, principalmente tipo gliomas, y en menor medida meningioma y neuroma acústico. Con la reciente popularidad del uso de teléfonos móviles entre los jóvenes y, por lo tanto, una vida potencialmente más larga de exposición a dichas radiaciones, es obligado seguir investigando sobre los posibles efectos en la salud. Entre otras patologías varios estudios han investigado los efectos de las ondas de radiofrecuencia con función cognitiva, parámetros cardiacos, tensión arterial, con el sueño o con la actividad eléctrica del cerebro sosteniendo que no se sugieren evidencias de efectos adversos relacionados con su exposición. En correlación con la preocupación sobre posibles efectos relacionados con la calidad del esperma se han revisado distintos estudios relevantes que vinculan una posible pérdida de calidad de los espermatozoides. En relación a los accidentes de tráfico es evidente que están en aumento en nuestra sociedad y más especialmente en la gente joven, por ello es motivo de estudio en esta revisión. Otro papel importante es como posible portador de bacterias patógenas.

Ante la dificultad de verificar la inocuidad de estas radiaciones es necesario aplicar las medidas ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible) como principal medida de prevención de los efectos sanitarios de estas radiaciones.

Palabras clave: cáncer, otros efectos, móvil, salud humana, prevención, ondas electromagnéticas.

ABSTRACT

In recent years, due to the massive use of technologies, and especially of the mobile phone, there is a worldwide preoccupation about the possible impact of electromagnetic radiation on health and especially since the electromagnetic fields produced by the mobile phones were declared in 2011, by the International Agency for Research of Cancer (IARC), as possible carcinogens for human.

A bibliographic review was carried out with the most relevant studies related to the long term use of the mobile phone with cancer, other pathologies and accidents . This studies were analyzed, finding great controversies between them. Different case-control studies, cohort studies, or experimental studies have been reviewed. Several studies relate this long-term use with the appearance of brain tumors, mainly gliomas, and to a lesser extent meningioma and acoustic neuroma. With the recent popularity of mobile phone use among young people and therefore a potentially longer lifetime of exposure to this radiations, it is necessary to further investigate the possible health effects of children and adolescents. In relation to other pathologies, some studies have investigated the effects of radiofrequency waves with cognitive function, cardiac parameters, blood pressure, sleep, or the electrical activity of the brain, showing that no evidence of adverse effects related to mobile phone exposure. In correlation to the concern about possible effects related to the sperm quality,

some relevant studies, that have been reviewed, expose that they could produce a possible loss of sperm quality. In relation to traffic accidents it is evident that they are increasing in our society and more especially in the young people, for that reason, it has been introduced in this review. Another fact is the possibility of be involved in the transmission of pathogenic bacteria.

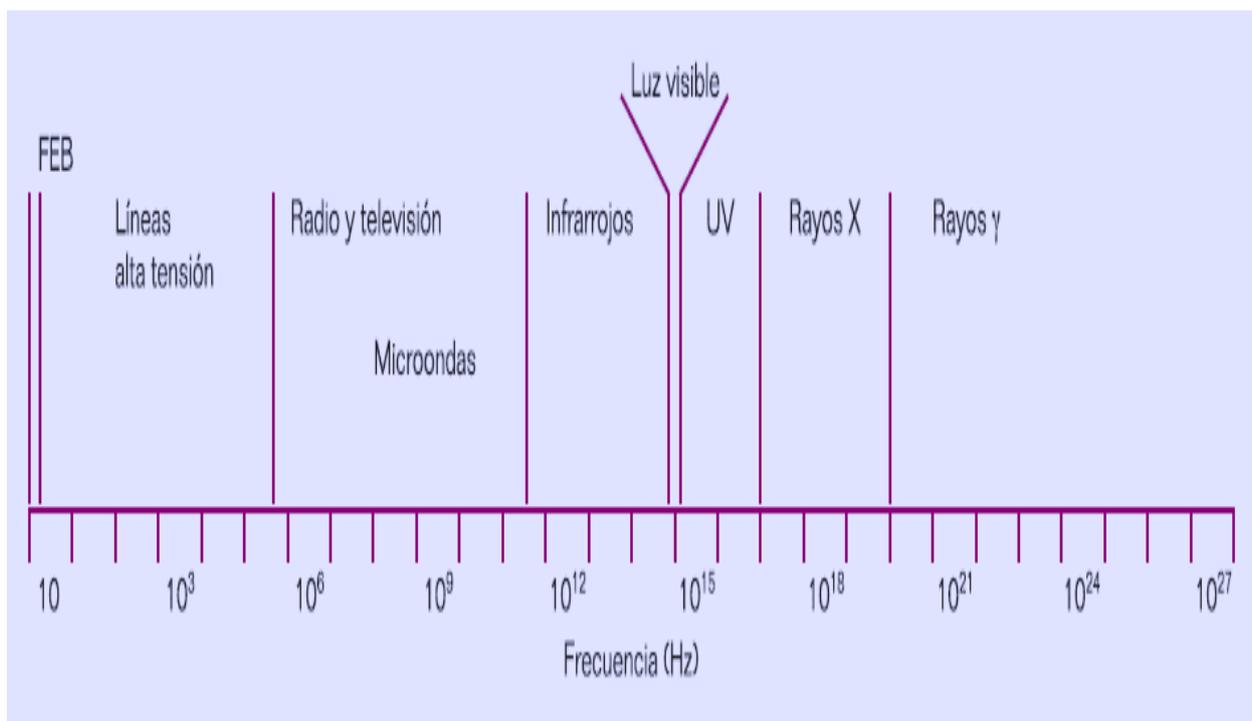
Given the difficulty of verifying the safety of these radiations it is necessary to apply the ALARA measures (as low as reasonably possible) as the main measure to prevent the health effects of these radiations.

Key words: Cancer, mobile phone, health, radiation, prevention, electromagnetic fields.

INTRODUCCIÓN:

Las radiaciones no ionizantes comprenden la porción del espectro electromagnético cuya energía no es capaz de romper las uniones atómicas, incluso a intensidades altas. No obstante, estas radiaciones pueden ceder energía suficiente, cuando inciden en los organismos vivos, como para producir efectos térmicos (de calentamiento), tales como los inducidos por las microondas. En Figura 1 se observa la representación del espectro electromagnético.

Figura 1: Representación del espectro electromagnético. FEB, frecuencia extremadamente baja (Fuente: Arias et al., 2015).



En la Figura 2 se observan las radiaciones biológicas y sus efectos sobre la salud.

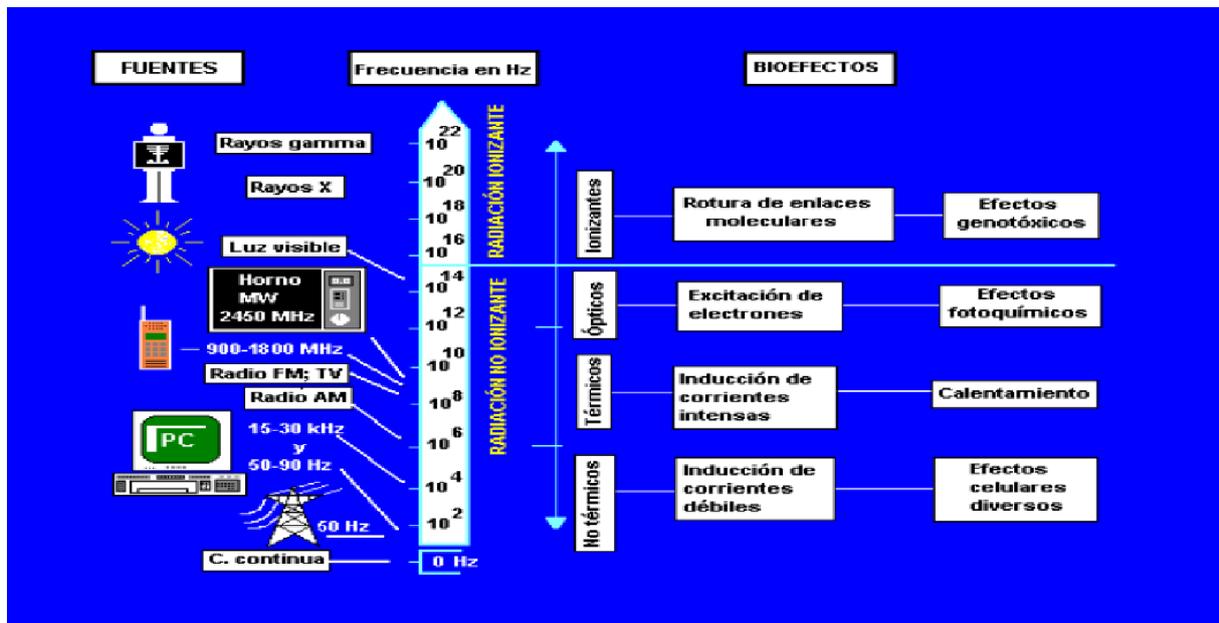


Figura 2. Efectos de las radiaciones electromagnéticas (Fuente: Informe de Radiaciones electromagnéticas y Salud. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral, 2001)

Los teléfonos móviles son transmisores de radiofrecuencias de baja potencia, que funcionan en un intervalo de frecuencias de entre 450 y 2700 MHz y tienen un pico de potencia que va de 0,1 a 2 vatios. La exposición a los campos de RF emitidos por los teléfonos móviles suele ser más de 1.000 veces superior a la de los campos emitidos por las estaciones base, y hay más probabilidades de que cualquier efecto adverso se deba a los aparatos, por lo que las investigaciones se han centrado a los posibles efectos de la exposición a los teléfonos móviles (Arias et al., 2015).

Los teléfonos móviles son una parte integral de los sistemas de telecomunicación extensamente utilizados a nivel mundial. El rápido aumento en el uso del teléfono móvil ha generado preocupación acerca de los posibles riesgos para la salud de los campos

electromagnéticos de radiofrecuencia de estos dispositivos. Se calcula que a finales de 2015, según el Informe Ditrendia (Rivero, 2016) la penetración de teléfonos móviles en el mundo ascendió al 97% dejando el número de dispositivos móviles a nivel global en 7,9 mil millones, más que personas hay en nuestro planeta. Solo cuatro regiones en el mundo tienen una penetración del móvil menor del 100%.

Otro dato importante es que la edad de inicio cada vez es más temprana. En 2015, un 98% de los jóvenes de 10 a 14 años contaba ya con un teléfono de última generación. En España, los niños de 2 a 3 años utilizan habitualmente el móvil de sus padres (Rivero, 2016).

Actualmente, existe una gran controversia sobre el papel de las radiaciones emitidas por el móvil y el aumento de cáncer (Morgan et al 2015). Los datos epidemiológicos sobre incidencia de tumores cerebrales en usuarios de teléfonos móviles coinciden en mostrar una ausencia de efectos cancerígenos a corto plazo (Hardell. et al. 2013). Sin embargo, estudios recientes han mostrado indicios de incrementos en la incidencia de tumores poco habituales (glioma o neurinoma acústico) en la zona de aplicación del teléfono, en personas con 10 años o más de uso (Carlberg et al. 2015). Un grupo de trabajo de la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) revisó los datos epidemiológicos, los bioensayos de cáncer y otros para llegar a conclusiones sobre el riesgo carcinogénico para los humanos de la exposición a estos campos electromagnéticos. Con «pruebas limitadas» de carcinogenicidad en los seres humanos basado en un mayor riesgo de glioma —un tumor cerebral maligno— entre los usuarios de teléfonos móviles, los campos electromagnéticos de radiofrecuencia fueron clasificados como «posiblemente cancerígenos para los seres humanos» (grupo 2B) en el año 2011 por dicho organismo.

Diversos estudios hablan de otros efectos sobre la salud, tal como efectos sobre la calidad del esperma (Gorpinchenki et al. 2014; De Julis et al. 2013), alteraciones del sueño

debido a su uso (Exelmans et al. 2016) o el aumento de accidentes de tráfico debido a su uso indebido (Asbridge et al. 2013).

El Proyecto Internacional sobre Campos Electromagnéticos o Proyecto CEM fue iniciado por la OMS en 1986, ante la creciente preocupación de la sociedad por los posibles efectos sobre la salud de la exposición a un número y variedad crecientes de fuentes de campos electromagnéticos, así como de estudios y artículos sobre los efectos biológicos y aplicaciones médicas de la radiación no ionizante, proponiendo una observación rigurosa de las normas de seguridad nacionales o internacionales existentes (OMS, 2017). Es un tema de tal relevancia, que la OMS dispone de una página de base de datos de proyectos de investigación, que se ha creado como servicio a la comunidad de investigadores. Su propósito es informar a investigadores de todo el mundo sobre qué proyectos de interés para la Agenda de Investigación sobre CEM de la OMS están en curso y cuáles son aún necesarios (OMS, 2017). La base de datos sólo incluye estudios relativos a efectos biológicos y sobre la salud de las personas. Además, para campos de RF, sólo se han incluido estudios que utilizan exposiciones no térmicas.

En España, el RD 1066/2001, de 28 de septiembre (BOE núm. 234, 29 de septiembre), aprobó el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones, estableciendo niveles de referencia de la exposición, que sirven para ser comparados con los valores de las magnitudes medidas, así como las restricciones básicas, para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos. Establece normas de medidas de protección sencillas como las barreras en torno a las fuentes de campos electromagnéticos intensos que ayudan a impedir el acceso no autorizado a zonas en las que puedan superarse los límites de exposición. También establece la consulta a las autoridades locales y a la

población sobre la ubicación de nuevas líneas de conducción eléctrica o estaciones base de telefonía móvil. Además, indica la necesidad de un sistema eficaz de información y comunicación de aspectos relativos a la salud entre los científicos, gobiernos, industria y sociedad que puede ayudar a aumentar el conocimiento general sobre los programas que abordan la exposición a campos electromagnéticos y a reducir posibles desconfianzas y miedos.

Debido a la gran controversia que existe sobre los posibles efectos sobre la salud de las radiaciones emitidas por los móviles y la gran utilización de estos dispositivos por la mayoría de la población, así como la necesidad de concienciar a la misma sobre una serie de medidas básicas de protección ante los posibles efectos para la salud, es por lo que nos planteamos la realización de este trabajo.

OBJETIVOS

Objetivo general

- ❖ Conocer los riesgos para la salud humana de la utilización de los teléfonos móviles.

Objetivos específicos

- Profundizar en el riesgo de incremento de algunos tipos de cáncer en la población, relacionados con las radiaciones emitidas por los teléfonos móviles
- Estudiar otros posibles riesgos para la salud humana derivados de la utilización del móvil por la población.
- Profundizar en las medidas preventivas para disminuir este riesgo ambiental sobre la salud de la población.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de los estudios sobre utilización de móvil y efectos sobre la salud humana. La base de datos consultada fue Medline a través del Pubmed.

Los criterios de inclusión fueron: Artículos en la base de datos indicada, publicados entre 2010 (año en que se publicaron los primeros resultados del estudio INTERPHONE) y la fecha actual, en español y en inglés y que pudiésemos disponer de artículo completo. Incluimos artículos de revisión y originales. Además, los artículos relacionados con radiaciones del móvil y cáncer, también tenían que estar incluidos en la base del portal Electromagnetic Fields (EMF) de la OMS, lo que es una garantía de la calidad de los mismos.

Los criterios de exclusión fueron: No poder disponer del artículo completo, artículos que no consideramos de interés, artículos repetidos y no encontrarse en el portal EMF de la OMS si estaban relacionados con efecto tipo cáncer. Se utilizaron los términos del Medical Subject Headings (MeSH), utilizando tres búsquedas diferentes

1. Radiaciones de móvil y cáncer: cáncer, mobile phone radiation, glioma.
2. Utilización de móvil y otros efectos no cáncer. Mobile phone, health, effects.
3. Medidas de control y protección. Mobile phone, radiation, prevention.

Para el estudio de las medidas de control y protección de la salud se revisaron las indicaciones de la Comisión Internacional de Protección frente las Radiaciones Ionizantes, accediendo a la página web: <http://www.icnirp.org/>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la búsqueda bibliográfica se observan en la gráfica 1. De un total de 269 artículos, finalmente incluimos 33 artículos.



Gráfica 1. Resultados de la búsqueda de artículos.

RELACIÓN DE RADIACIONES EMITIDAS POR EL MÓVIL Y CÁNCER

Ante la repercusión de los posibles efectos de los teléfonos móviles con relación al cáncer, son numerosos los estudios realizados hasta la fecha. Los resultados, como se puede ver en la Tabla 2, donde se resumen algunos estudios, en su mayoría casos-control, son contradictorios. Así, algunos estudios hablan de riesgo fuerte en la producción de glioma y moderado en la producción de meningioma y sin embargo, otros no obtienen ningún tipo de relación o incluso se llegan a comportar como factor protector débil y moderado.

Tabla 2: Relación entre utilización del móvil y tumores (estudios casos-control)

Estudios	Nºcasos	Nºcontrol	Tipo tumor	OR	95%Ic	Observaciones
INTERPHONE. 2010	2.708	2972	Glioma	0,81	0,7-0,94	NO INCLUYE DECT
Hardell et al. 2010	346	276	Glioma	2,5	1,4-4,1	INCLUYE DECT Pacientes(20- 80años)
Frei et al. 2011	133.713	5618	Glioma	0,91	0,41-2,04	Mujeres con uso ≥ 13 años
Frei et al. 2011	122.302	5111	Glioma	1,03	0,83-1,27	Hombres con uso ≥13 años
Hardell et al. 2013	593	1368	Glioma	3,8	1,25-11,4	
CERENAT.2014	253	892	Glioma	1,24	0,86-1,77	
Hardell et al. 2015	1.498	3.530	Glioma	1,3	1,1-1,6	INCLUYE DECT
Yoon et al. 2015	285	285	Glioma	1,2	0,55-2,88	Periodo del 2002-2007 en pacientes entre 15 y 69 años
Frei et al.2011	133.713	5618	Meningioma	0,93	0,46-1,87	Mujeres con ≥10 años de uso
Frei et al.2011	122.302	5111	Meningioma	0,90	0,57-1,42	Hombres con≥10 años de uso
CERENAT 2014	194	892	Meningioma	0,9	0,6-1,34	
Carlberg et al. 2015	1625	3530	Meningioma	1,2	0,9-1,6	
INTERPHONE. 2010	1105	2145	Neuroma acústico	0,8	0,52-1,11	≥10años de primer uso
Hardell et al. 2013	316	3.530	Neuroma acústico	1,5	1,1-2,0	Teléfonos 2Gy3G y DECT
Shrestha et al. 2015	80	240	Tumor pituitaria	0,4	0,21-0,72	

DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications

- **Riesgo fuerte**
- **Riesgo significativo**
- **Riesgo débil**
- **Protección débil**
- **Protección moderada**

El estudio INTERPHONE (2010) se centró en cuatro tipos de tumores que aparecen en los tejidos que más energía electromagnética absorben: tumores cerebrales (glioma y meningioma), glándulas paratiroide y el nervio acústico. Se analizaron datos procedentes de 13 países y, en general, no se observó un aumento del riesgo de glioma y meningioma con un uso de más de 10 años, aunque se encontraron indicios de un aumento de riesgo de glioma en las personas con más horas acumuladas de uso de teléfono móvil. En el INTERPHONE también se obtuvo que el riesgo de neuroma acústico no se incrementaba tras la primera década de uso (OR: 0,76 (IC: 0,52-1,11)). Los investigadores señalaron que los sesgos y los posibles errores limitan la solidez de estas conclusiones e impiden una relación causal, por lo que concluían que el posible riesgo de cáncer cerebral debería seguir estudiándose con más profundidad con el tiempo (Interphone Study Group, 2010).

El estudio CERENAT es un estudio de casos-control donde incluyeron 253 gliomas, 194 casos de meningiomas y 892 controles, en individuos de ≥ 16 años entre 2004-2006, considerando la exposición a ondas electromagnéticas de baja frecuencia y radiación ionizante. La prevalencia del uso del teléfono en Francia en ese momento era en torno al 80% de la población. El estudio observó que el riesgo dependía de la región anatómica. El mayor riesgo de padecer glioma estaba en el lóbulo temporal, que cuando estaba combinado con un uso de más de 5 años se elevaba. Sin embargo, en el lóbulo frontal no aparecía un riesgo significativo. También formularon que el riesgo aumentaba cuando usuarios fijos del teléfono móvil (≥ 896 horas acumuladas de uso) vivían en un ambiente con otros sistemas que provocasen radiofrecuencias (zonas urbanas, en el trabajo o en su propia casa) (Coureau et al. 2013).

Por un lado, la exposición de radiofrecuencia a partir de teléfonos inalámbricos (DECT) puede ser un factor a añadir y no hay puntos en el CERENAT o en el estudio

INTERPHONE que evalúen esta exposición, solo en el CERENAT es nombrado como posible coadyuvante. Hardell et al. (2013), en un estudio realizado con personas entre 20-80 años, indicaron que este tipo de exposición podría favorecer un incremento del riesgo de glioma, tanto para usuarios de corto plazo o con un largo uso del teléfono móvil. Se apreciaba un incremento (no significativo) del riesgo de meningioma (OR=1,2, IC=0,9-1,6) en usuarios habituales de teléfono móvil y teléfonos inalámbricos (DECT) (Carlberg et al. 2015).

El Danish Cohort Study es en un estudio similar al Interphone donde estudiaron pacientes con más de 10 años de uso de teléfono móvil. Obtuvieron un OR: 0,91 (IC: 0,41-2,04) en mujeres y un OR de 1,03 (IC 0.83-1.27) en hombres para el caso de gliomas (≥ 13 años). En sus estudios sobre meningioma obtuvieron OR 0,93 (IC: 0,46-1,87) en mujeres y un 0,9 (IC: 0,57-1,42) en hombres, afirmando que el uso del teléfono móvil no incrementaba el riesgo de tumores (Frei et al.2011).

Sin embargo, Hardell&Carlberg (2013) indicaron que de acuerdo con los criterios de causalidad de Hill y el aumento de la aparición de tumores cerebrales en áreas expuestas, se debe considerar que el glioma y el neuroma acústico pueden ser causados por emisiones RF de teléfonos inalámbricos y considerarlos cancerígenos para los seres humanos y por tanto, deberían ser clasificados como grupo 1, según la clasificación del IARC, indicando que las directrices actuales para la exposición necesitan ser revisadas urgentemente.

En este mismo sentido, en el estudio publicado por Morgan et al. (2015) indican que el cáncer cerebral suele tener un período de latencia de 3 o más décadas y que al estar las personas, sobre todo en el ambiente de las ciudades, expuestos a las radiaciones del móvil, junto con las de las estaciones base, a los ordenadores, Tablet, que están muy próximos al cuerpo, se debería reclasificar como probable carcinógeno del Grupo 2A. Además, estos autores aconsejan, que como el límite de exposición se mide a una distancia de 20 cm, estos

aparatos deberían llevar algún tipo de avisador lumínico o de sonido, cuando se produce un mayor acercamiento a los mismos.

A parte de los posibles riesgos de glioma y meningioma, también se encuentra bibliografía relacionada con riesgos de formar tumores en la pituitaria. Shrestha et al. (2015) diseñaron un estudio de casos-control con 80 casos y 240 controles en el que concluyen que no hay un riesgo excesivo asociado con la exposición a corto y largo plazo con el uso de teléfonos móviles y el riesgo de padecer tumor pituitario. Otros estudios relacionados con tumores en la pituitaria no relacionan una asociación significativa entre tumor pituitario y el uso de teléfonos móviles (Leng et al. 2016).

Con relación a los efectos de estas radiaciones y cáncer se han realizado diversos estudios experimentales (Tabla 3).

Akhavan-Sigari et al.(2014) indicaron que existía conexión entre el uso de los teléfonos móviles y la expresión del gen p53 (gen implicado en numerosos tipo de cáncer) en diferentes zonas de glioblastoma multiforme. El estudio se realizó en 63 pacientes diagnosticados con glioblastoma multiforme (GBM) con edades comprendidas entre 25 y 88 años. El 41 de los 63 pacientes (65%) que usaban bastante el teléfono móvil (≥ 3 horas/día) tuvieron una mayor expresión del gen p53 de tipo mutante.

Otro estudio se centra explícitamente en teléfonos tipo 3G, concluyendo que no afectan a las características biológicas de las células tumorales de diversos tumores cerebrales. En esta investigación se utilizaron células humanas de glioblastoma que fueron expuestas a 1950 Mhz con una tasa de absorción específica máxima de 5,0 w/kg en intervalos de 12, 24 y 48 horas. La exposición de las ondas electromagnéticas, de hasta 48 horas, no llegaron a ser citotóxicas ni promovieron la proliferación de tumores o una mayor expresión

de genes típicos de glioblastoma (Liu et al. 2015).

Tabla 3: Estudios experimentales relacionados con el cáncer

Autores	Año	Sistema de exposición	Criterios que se valoran	Rango de frecuencia	SAR W/kg**	Duración exposición	Parámetros
Liu YX et al.	2015	Líneas celulares de glioblastoma humano	Parámetros celulares	1950Mhz*	5	Continua durante 12h	Teléfono móvil, CDMA*
Lerchl et al.	2015	Ratones	Número, tamaño y morfología de tumores.	800-1.900Mhz	0,04-2	Continua durante 72 semanas	Teléfono móvil
Akhavan-Silari et al.	2014	Cabeza y cuerpo parcial (humanos)	Relación entre la expresión de los genes p53 y sus mutaciones.	800-1.900MHz	0,7-1,5	Repetición diaria de al menos 3h	Teléfono móvil.

Mhz (megahertz), CDMA (Code Division Multiple Access); SAR, W/kg(tasa de absorción específica , Vatios por kilogramo)

OTROS EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LAS RADIACIONES DEL MÓVIL

Se han realizado diversos estudios sobre otros posibles efectos sobre la salud de la utilización de teléfonos móvil.

Un estudio sobre la calidad del semen en usuarios de teléfono móvil evaluó parámetros de esperma en diferentes tipos de uso del teléfono móvil. La investigación se dividió en varios grupos Se obtuvo que no hay alteraciones en los parámetros de esperma obtenidos, pero los del grupo con más horas de uso y los usuarios que colocaban el teléfono en los pantalones se observó un mayor porcentaje de esperma con ADN fragmentado respecto a los otros grupos (Rago et al. 2013).

Otro estudio obtuvo que el número de espermatozoides que poseían movimiento en el grupo expuesto a la radiaciones era estadísticamente menor que el número de

espermatozoides donde no estaba expuesto a radiación. El número de espermatozoides que no eran capaces de moverse fue significativamente mayor en el grupo donde se aplicó la radiación. Además se observó que la fragmentación de ADN también fue significativamente mayor en este grupo (Gorpichenko et al. 2014).

En relación al embarazo se han realizado estudios sobre el posible estrés oxidativo en algunos tejidos de los fetos como el corazón, hígado, riñones, cerebelo e hipocampo. El estudio relata que la exposición de teléfonos móviles (900-1800Mhz) durante el embarazo podría inducir un estrés oxidativo algunos tejidos del feto (Bahreyni et al. 2017).

Diversos estudios han investigado la función cognitiva, el sueño, el ritmo cardiaco y la presión arterial en individuos. Hasta la fecha, esos estudios indican que no hay pruebas fehacientes de que dicha exposición a los teléfonos móviles tengan efectos perjudiciales para la salud. Ekici et al (2016), realizaron un estudio sobre la influencia de los teléfonos móviles en relación al ritmo cardiaco. Este estudio se realizó con individuos sanos que fueron monitorizados durante 24 horas. Todos habían usado el teléfono móvil más de 10 años y fueron divididos en cuatro grupos de acuerdo con su duración de uso de teléfonos móviles. Los resultados indicaron que ninguno de los grupos habían presentando arritmias, aunque habían algunos cambios en los datos del electrocardiograma de algún grupo, concluyendo que las ondas electromagnéticas de los teléfonos móviles podrían inducir cambios en el ritmo cardiaco con un uso prolongado.

Cho et al. (2016) observaron que el incremento de las duraciones de las llamadas podría aumentar el riesgo de padecer síntomas como dolores de cabeza, entre otros efectos, argumentando que estos efectos podrían llegar a ser crónicos, aunque existen numerosos factores que podrían llegar a dar dichos síntomas similares.

OTROS EFECTOS RELACIONADOS CON EL USO DEL MÓVIL

Un riesgo muy estudiado es el uso de los teléfonos móvil y el papel que juega en la distracción de los conductores y por tanto, en el riesgo de accidentes de tráfico, incluso cuando se utiliza dispositivos de manos libres (Stravinos et al., 2013; Parr et al., 2016; Sween et al., 2017).

Stravinos et al. (2013) indicaron que la conducción distraída, especialmente cuando existen retenciones de tráfico, particularmente el envío y contestación a mensajes de texto, puede conducir a la reducción de la seguridad y el flujo de tráfico, lo que tiene un impacto negativo en las operaciones de tráfico. No detectaron diferencias significativas entre los grupos de edad, lo que sugiere que todos los conductores, independientemente de la edad, pueden conducir de una manera que afecta negativamente la seguridad y al flujo de tráfico cuando se distraen. Sin embargo, Haque&Washington (2014) detectaron una mayor distracción entre los conductores más jóvenes.

Existen diversos estudios sobre el uso de teléfonos móvil de los trabajadores de la salud e incluso de los propios pacientes y su relación con las infecciones relacionadas con la atención sanitaria, ya que se ha demostrado la contaminación de estos dispositivos con bacterias patógenas, incluso multirresistentes, (Brady et al., 2011; Vinod et al., 2014; Morvai&Szabó, 2015; Ulger et al., 2015).

MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN DE LA SALUD

Los teléfonos móviles siguen siendo una nueva tecnología y hay poca evidencia sobre los efectos del uso a largo plazo. Por esta razón, los expertos aconsejan la aplicación del recurso de precaución (ALARA, as low as reasonable achievable) (Morgan et al. 2015). Otros autores sugieren que si la gente quiere usar un teléfono móvil, puede optar por minimizar su

exposición manteniendo las llamadas cortas y preferiblemente utilizando los mensajes de texto. También se aconseja educar a los niños en no hacer llamadas no esenciales, así como también mantener sus llamadas cortas (Szmigielski, 2013).

La Comisión Internacional de Protección a las Radiación no Ionizantes (ICNIRP) indica que para prevenir los efectos adversos de estas radiaciones se debe limitar la exposición a las ondas de alta frecuencia típicas de los teléfonos móviles, estaciones base, WiFi, etc. Estos límites de exposición de la población se establecen en relación al umbral de la tasa específica de absorción (SAR) y deben ser incluidas en las legislaciones de los distintos países.

Este organismo da una serie de pautas para prevenir los posibles efectos de las radiaciones como reducir el tiempo de uso del teléfono móvil, usar el modo de manos libres o un dispositivo Bluetooth para mantener una distancia entre la cabeza y el teléfono móvil

Adicionalmente, deberíamos tener en cuenta los estudios sobre infertilidad en hombres y no colocar el teléfono móvil en los bolsillos de los pantalones (Gorpichenko et al. 2014).

Para prevenir las infecciones relacionados con la atención sanitaria, los trabajadores de la salud deben llevar el número mínimo de dispositivos electrónicos en su persona, mantener una buena higiene de las manos y limpiar su dispositivo como cualquier otro dispositivo sanitario que pueda estar en contacto con las manos (Ulger et al. 2015).

También es adecuado la realización de programas de intervención sanitaria para disminuir el número de conductores que conducen y hablan por el móvil (Stravinos et al. 2013). Parr et al. (2016) indican que la relación entre la personalidad y los comportamientos de conducción distraídos proporciona una oportunidad única de dirigirse a los conductores

que son más propensos a participar en conductas de conducción distraída, aumentando así la eficacia de las campañas.

CONCLUSIONES

1. Los teléfonos móviles son una nueva tecnología y hay poca evidencia sobre los efectos sobre la salud de su uso a largo plazo. Es necesario realizar vigilancia y seguir estudiando los posibles riesgos de los teléfonos móviles en relación al cáncer y otros efectos.

2. Existe una gran controversia en la relación radiaciones del móvil y cáncer. Los cánceres que más se relacionan con la exposición a estas radiaciones son gliomas, y en menor medida meningioma y neuroma acústico.

3. Los estudios que encuentran relación con el cáncer indican como factor de riesgo el tiempo de exposición y la cercanía a la fuente de emisión de radiaciones y su posición.

4. Otros efectos sobre la salud como afectación de la función cognitiva, el sueño, el ritmo cardíaco, la reproducción humana, etc. no han sido suficientemente demostrados.

5. Se ha demostrado su papel como dispositivo implicado en el mecanismo de transmisión de infecciones relacionadas con la atención sanitaria, siendo necesario seguir las pautas de lavado de manos y desarrollar estándares técnicos para las estrategias de prevención.

6. Su papel en la distracción de los conductores y por tanto en la epidemiología de los accidentes de tráfico está documentada.

7. Ante la dificultad de verificar la inocuidad de estas radiaciones es necesario limitar su uso y aplicar las medidas ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible).

BIBLIOGRAFIA:

1. Akhavan-Sigari R, Mazloum Farsi Baf M, Ariabod V, Rohde V1, Rahighi S. Connection between Cell Phone use, p53 Gene Expression in Different Zones of Glioblastoma Multiforme and Survival. *Prognoses*. 2014; 8;6(3):5350.
2. Arias Rodríguez A, Espigares Rodríguez E, Rodríguez Álvarez C, Arévalo Morales MP. Problemas sanitarios de los contaminantes físicos. En: Piédrola Gil. *Medicina Preventiva y Salud Pública*. Fernández-Crehuet y ols. (eds.) 12^a ed. Barcelona: Elsevier Masson, 2016. pp. 524-533.
3. Asbridge M, Brubacher JR, Chan H. Cell phone use and traffic crash risk: a culpability analysis *BMJ*. 2012; 8;344:e1147.
4. Bahreyni Toossi MH, Sadeghnia HR, Mohammad Mahdizadeh Feyzabadi M, Hosseini M, Hedayati M, Mosallanejad R, Beheshti F, Alizadeh Rahvar Z. Exposure to mobile phone (900-1800 MHz) during pregnancy: tissue oxidative stress after childbirth. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2017; 23:1-6.
5. Brady RR, Hunt AC, Visvanathan A, Rodrigues MA, Graham C, Rae C, Kalima P, Paterson HM, Gibb AP. Mobile phone technology and hospitalized patients: a cross-sectional surveillance study of bacterial colonization, and patient opinions and behaviours. *Clin Microbiol Infect*. 2011;17(6):830-5.
6. Cardis E, Armstrong BK, Bowman JD, Giles GG, Hours M, Krewski D, et al. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries. *Occup Environ Med*. 2011;68:631-40.
7. Carlberg M, Hardell L. Pooled analysis of Swedish case-control studies during 1997-2003 and 2007-2009 on meningioma risk associated with the use of mobile and cordless phones. *Oncol Rep*. 2015; 33 (6): 3093-3098

8. Cho YM, Lim HJ, Jang H, Kim K, Choi JW, Shin C, Lee SK, Kwon JH, Kim NA follow-up study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health. *Environ Health Toxicol.* 2016;32:e2017001.
9. Coureau G, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, Gruber A, Leffondre K, et al. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med.* 2014;71:514–22.
10. De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile_phone_radiation_induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One.* 2009;4(7):e6446.
11. Ekici B, Tanındı A, Ekici G, Diker E. The effects of the duration of mobile phone use on heart rate variability parameters in healthy subjects. *Anatol J Cardiol.* 2016; 16(11):833-838.
12. Exelmans L, Van den Bulck J. Bedtime mobile_phone_use and_sleep_in adults. *Soc Sci Med.* 2016; 148:93-101.
13. Frei P, Poulsen AH, Johansen C, Olsen JH, Steding-Jessen M, Schüz J. Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study. *BMJ.* 2011; 343:d6387
14. Gorpichenko I, Nikitin O, Banyra O, Shulyak A. The influence of direct mobile phone radiation on sperm quality. *Cent European J Urol.* 2014; 67(1):65-71.
15. Haque MM1, Washington S. A parametric duration model of the reaction times of drivers distracted by mobile phone conversations. *Accid Anal Prev.* 2014; 62:42-53.
16. Hardell L, Carlberg M and Hansson Mild K: Re-analysis of risk for glioma in relation to mobile telephone use: Comparison with the results of the Interphone international

- case-control study. *Int J Epidemiol.* 2011; 40: 1126-1128.
17. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. *Int J Oncol.* 2013; 43: 1036-1044.
 18. Hardell L, Carlberg M. Using the Hill viewpoints from 1965 for evaluating strengths of evidence of the risk for brain tumors associated with use of mobile and cordless phones. *Rev Environ Health.* 2013; 28(2-3):97-106.
 19. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Statement on the "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)". Disponible en: <http://www.icnirp.org/>. Acceso: 4 de abril de 2017.
 20. INTERPHONE Study Group. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol.* 2011; 35(5):453-64.
 21. INTERPHONE study group: Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case control study. *Int J Epidemiol.* 2010; 39: 675-694
 22. Leng L, Zhang Y. Etiology of Pituitary Tumors: A Case Control Study. *Turk Neurosurg.* 2016;26(2):195-9.
 23. Lerchl A, Klose M, Grote K, Wilhelm AF, Spathmann O, Fiedler T, Streckert J, Hansen V, Clemens M. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochem Biophys Res Commun.* 2015; 17;459(4):585-90.
 24. Liu YX, Li GQ, Fu XP, Xue JH, Ji SP, Zhang ZW, Zhang Y, Li AM. Exposure to 3G

- mobile phone signals does not affect the biological features of brain tumor cells. *BMC Public Health*. 2015; 8;15:764.
25. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Informe de Radiaciones electromagnéticas y Salud. Campos electromagnéticos y salud pública. Informe técnico elaborado por el Comité de Expertos. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Disponible en: http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Aspectos%20sanitarios/1/InformeTec_20012001_05_11.pdf. Acceso: 22 de marzo de 2017.
26. Morgan LL, Miller AB, Sasco A, Davis DL. Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen (2A) (review). *Int J Oncol*. 2015;46(5):1865-71.
27. Morvai J, Szabó R. The role of mobile communication devices in the spread of infections. *Orv Hetil*. 2015;156(20):802-7.
28. OMS. Campos electromagnéticos (CEM), 2017). Disponible en: <http://www.who.int/peh-emf/project/es/>. Acceso: 24 de abril de 2017
29. Parr MN, Ross LA, McManus B, Bishop HJ, Wittig SM, Stavrinou D. Differential impact of personality traits on distracted driving behaviors in teens and older adults. *Accid Anal Prev*. 2016; 92:107-12.
30. Rago R, Salacone P, Caponecchia L, Sebastianelli A, Marcucci I, Calogero AE, Condorelli R, Vicari E, Morgia G, Favilla V, Cimino S, Arcoria AF, La Vignera S. The semen quality of the mobile phone users. *J Endocrinol Invest*. 2013; 36(11):970-974.
31. REAL DECRETO 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público

radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección frente a emisiones radioeléctricas. BOE núm. 234, de 29 de septiembre de 2001.

32. Rivero F. Informe Mobile en España y en el Mundo 2016. Ditrendia. Disponible en: <http://www.ditrendia.es/informe-ditrendia-mobile-en-espana-y-en-el-mundo-2016/>. Acceso: 4 de abril de 2017.
33. Shrestha M, Raitanen J, Salminen T, Lahkola A, Auvinen A. Pituitary tumor risk in relation to mobile phone use: a case-control study. *Acta Oncol.* 2015;18:1–7.
34. Stavrinou D, Jones JL, Garner AA, Griffin R, Franklin CA, Ball D, Welburn SC, Ball KK, Sisiopiku VP, Fine PR. Impact of distracted driving on safety and traffic flow. *Accid Anal Prev.* 2013;61:63-70.
35. Stavrinou D1, Jones JL, Garner AA, Griffin R, Franklin CA, Ball D, Welburn SC, Ball KK, Sisiopiku VP, Fine PR. Impact of distracted driving on safety and traffic flow. *Accid Anal Prev.* 2013;61:63-70.
36. Sween M, Ceschi A, Tommasi F, Sartori R, Weller J. Who is a Distracted Driver? Associations between Mobile Phone Use while Driving, Domain-Specific Risk Taking, and Personality. *Risk Anal.* 2017; 4:280-286.
37. Szmigielski S. Cancer risks related to low-level RF/MW exposures, including cell phones. *Electromagn Biol Med.* 2013; 32(3):273-80).
38. Ulger F, Dilek A, Esen S, Sunbul M, Leblebicioglu H. Are healthcare workers' mobile phones a potential source of nosocomial infections? Review of the literature. *Infecciones. J Infect Dev Ctries.* 2015; 29; 9(10):1046-53.
39. Vinod B, Hobani YH, Abdulhaq A, Jerah AA, Hakami OM, Eltigani M, Bidwai AK. Prevalence of antibacterial resistant bacterial contaminants from mobile phones of hospital inpatients. *Libyan J Med.* 2014; 6;9:25451.