

**TUMORES CEREBRALES POR EXPOSICIÓN A CAMPOS
ELECTROMAGNETICOS ASOCIADO AL USO DE TELÉFONOS CELULARES:
UN METANALISIS DE ESTUDIOS OBSERVACIONALES**

QUIROGA OLAYA LUIS ALEJANDRO

ROJAS PATIÑO JOSE DANIEL

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES – U.D.C.A

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

PROGRAMA DE MEDICINA HUMANA

BOGOTÁ

2016

**TUMORES CEREBRALES POR EXPOSICIÓN A CAMPOS
ELECTROMAGNETICOS ASOCIADO AL USO DE TELÉFONOS CELULARES:
UN METANALISIS DE ESTUDIOS OBSERVACIONALES**

QUIROGA OLAYA LUIS ALEJANDRO

ROJAS PATIÑO JOSE DANIEL

TRABAJO DE GRADO

ASESOR: SARMIENTO RODRIGO

**Medico Magister En Salud Pública Y Epidemiologia, Coordinador Salud Y
Sociedad, Programa Medicina, Universidad De Ciencias Aplicadas Y
Ambientales UDCA**

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES – U.D.C.A

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

PROGRAMA DE MEDICINA HUMANA

BOGOTÁ

2016

DEDICATORIA

A Dios por darnos la oportunidad de ser quienes somos y estar en donde estamos, a nuestros padres por su esfuerzo y dedicación nos han dado lo mejor de si mismos, a nuestros maestros por darnos los conocimientos y la sabiduría a lo largo de este camino, a nuestros amigos que gracias a su acompañamiento en tantos momentos difíciles y alegres por igual. Y todas aquellas personas que han contribuido en el desarrollo y realización de este proyecto.

PÁGINA DE ACEPTACIÓN.

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

Bogotá D.C, 30 de abril de 2016

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Principalmente al doctor Rodrigo Sarmiento por su colaboración, guía, apoyo y enseñanza indispensable para la elaboración de este proyecto.

A los docentes Elkin Higuera y Marly Rojas por sus enseñanzas durante los semestres cursados en el ámbito estadístico y epidemiológico.

A la Universidad De Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA por permitirnos ser parte de esta ALMA MATER que nos permitió crecer como personas y futuros médicos en el ámbito biopsicosocial.

Finalmente a nuestros compañeros, amigos y familiares que gracias a sus constantes consejos y frases de motivación nos permitieron levantarnos en momentos de angustia.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 5 |
| 3. JUSTIFICACION..... | 7 |
| 4. OBJETIVOS | 9 |
| 4.1 OBJETIVOS GENERALES | 9 |
| 4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 9 |
| 5. METODOLOGÍA | 10 |
| 6. MARCO TEÓRICO | 13 |
| 7. IMPACTO ESPERADO | 23 |
| 8. RESULTADOS..... | 24 |
| 9. DISCUSION..... | 40 |
| 10. CONCLUSIONES..... | 43 |
| 11. RECOMENDACIONES..... | 44 |
| 12. CRONOGRAMA..... | 45 |
| 13. PRESUPUESTO | 46 |
| 14. BIBLIOGRAFÍA..... | 47 |
| 15. ANEXOS..... | 55 |

LISTA DE SIGLAS

OR : Odds ratio

BHE: Barrera Hemato Encefalica

IARC: Agencia de la Organización Mundial de la Salud Internacional para la Investigación sobre el Cáncer

OTAN: Grupos de investigación en estados unidos y países miembros del tratado del atlántico norte

ADN: acido desoxirribonucleico

DeCS: descriptores en ciencias de la salud

IC: intervalo de confianza

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1:** Frecuencia uso del celular al menos 1 vez por semana en los últimos 6 meses.....Págs. 24-25
- Tabla 2:** Intensidad mayor a 1000 horasPág. 27
- Tabla 3:** Intensidad menor a 1000 horas.....Págs. 29-30
- Tabla 4:** Uso más de 5 años de teléfono celular.....Págs.31-32
- Tabla 5:** Lateralidad localización anatómica; ipsilateralPágs 34-35
- Tabla 6:** Lateralidad localización anatómica; contralateral.....Págs 37-38

LISTA DE GRAFICAS

| | |
|--|--------|
| Grafica 1: Frecuencia uso del celular al menos 1 vez por semana en los últimos 6 meses..... | Pág 25 |
| Grafica 2: Frecuencia uso del celular al menos 1 vez por semana en los últimos 6 meses. Embudo..... | Pág 26 |
| Grafica 3: Intensidad mayor a 1000 horas..... | Pág 28 |
| Grafica 4: Intensidad mayor a 1000 horas. Embudo..... | Pág 29 |
| Grafica 5: Intensidad menor a 1000 horas | Pág 30 |
| Grafica 6: Uso más de 5 años de teléfono celular | Pág 33 |
| Grafica 7: Uso más de 5 años de teléfono celular embudo ... | Pág 34 |
| Grafica 8: Lateralidad localización anatómica; ipsilateral | Pág 36 |
| Grafica 9: Lateralidad localización anatómica; ipsilateral. Embudo... .. | Pág 37 |
| Grafica 10: Lateralidad localización anatómica; contralateral | Pág 38 |
| Grafica 11: Lateralidad localización anatómica; contralateral embudo | Pág 40 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|---------|
| Figura 1 Radiación electromagnética..... | Pág. 13 |
|---|---------|

LISTA DE ANEXOS

CD base de datos (Tumores cerebrales por exposicion a campos electromagneticos asociado al uso de telefonos celulares: un metanalisis de estudios observacionales)

RESUMEN

Desde su aparición y comercialización hasta la actualidad los teléfonos móviles cada vez son más importantes en nuestra vida, ya que gracias a ellos la comunicación con otras personas es más fácil, también ayudando en los negocios y llegando a diferentes campos como la medicina con aplicaciones que van desde ayudas diagnósticas hasta control de enfermedades y seguimiento de pacientes.

Pero desde su apariciones se han preguntado si los teléfonos celulares tienen algún efecto en la salud de sus usuarios, uno de los principales campos de estudio y en los cuales basamos esta investigación es responder la pregunta si los teléfonos celulares tiene relación con la aparición de tumores cerebrales, ya que con la información que se tiene hasta el momento no está muy viejo dilucidado si tiene algún efecto en la salud, que sean factor de riesgo para la aparición de tumores cerebrales, o por el contrario sean un factor protector, o que no tengan ningún tipo de relación en la salud de los usuarios.

Diferentes estudios afirman que son un factor de riesgo para la aparición de tumores cerebrales, desde el tipo de tumores que se pueden presentar hasta en la localización, pasando por las horas de uso por año, mientras otros no encuentran que los teléfonos móviles sean factor de riesgo en la aparición de los tumores. Y en algunos no es claro los resultados y son en los cuales se propone hacer más investigación.

Al realizar el estudio logramos contar con un total de 8513 casos y 16446 controles de los 7 estudios seleccionados y evaluados permitiendo de esta manera obtener como resultados una evidencia levemente significativa en cuanto a USO (OR de 1.107 con intervalo de confianza entre 0.783 – 1.566) y FRECUENCIA (OR de 1.08 con intervalo de confianza entre 0.938 – 1.262).

Pero al evaluar la variable INTENSIDAD se logra evidenciar un OR significativo en los 2 casos, el cual nos permite sospechar en una asociación ya que la homogeneidad que se presenta en la intensidad con valor máximo en horas menor a 1000 de exposición lo confirman (OR de 1.242 con intervalo de confianza entre 1.065 – 1.449).

En cuanto a la LATERALIDAD cabe resaltar que el valor es significativo en cuanto a variable IPSILATERAL aunque no es confirmatorio debido a la heterogeneidad de los mismos (OR de 1.339 con intervalo de confianza entre 0.934 – 1.919, (Valor Q (grado de libertad=4): 47.611, Valor P: <0.001, I²: 91.599%)

Teniendo en cuenta dichos resultados se considera adecuado seguir con el principio de precaución hasta la elaboración de mayor material científico capaz de descartar o confirmar la asociación propuesta.

PALABRAS CLAVE: campos electromagnéticos, tumores cerebrales, glioma, radiofrecuencia, meningioma.

1. INTRODUCCIÓN

Desde los años 20 se logró identificar que la exposición a los campos electromagnéticos es lesivo para la salud humana acusaciones que hoy en día son soportados por medio de evidencias científicas que sugieren la alteración del organismo ya sea a nivel nervioso, oftalmológico, inmunológico, hematológico, oncológico, cardiovascular, entre otros. Cuando está expuesto constantemente a la radiación generada por herramientas, aparatos o demás objetos de uso habitual capaces de generar campos electromagnéticos.

A través de los años el uso de teléfonos celulares ha aumentado exponencialmente lo cual es directamente proporcional a su exposición, no solo de la persona que lo usa sino de aquellas personas que lo rodean, teniendo en cuenta el campo electromagnético emitido por el mismo^{3,4,6}.

El celular emite 900MHz de radiación que el tejido cerebral absorbe en mayor capacidad que otros órganos, Generando una extravasación de albumina por debilidad de la permeabilidad de la Barrera Hemato Encefalica (BHE). Existen estudios que demuestran que el uso prolongado de teléfonos celulares incrementa los marcadores de estrés oxidativo, induciendo apoptosis y causando cambios histopatológicos, en el tejido cerebral con mayor posibilidad de generar daño neuronal³.

A demás de lo mencionado, se ha logrado identificar la HIPERSENSIBILIDAD ELECTROMAGNETICA y de esta manera clasificarla como enfermedad generada por exposición crónica a campos electromagnéticos de micro ondas alrededor de las torres de telefonía celular e internet inalámbrico, hechos confirmados en importantes países del mundo como lo son Canadá y Suecia (teniendo en cuenta que este último ha reconocido oficialmente que cerca del 3% de su población es electrosensible y que registran algunas de las estadísticas mundiales más altas en

materia de hipersensibilidad electromagnética y que posiblemente está asociado al origen e influencia de su empresa Erikson como uno de los pilares para el inicio de la telefonía celular)

Los efectos mencionados anteriormente sirvieron de propulsión para la elaboración de más estudios al respecto, los cuales hoy en día clasifican a los campos electromagnéticos de tipo radiofrecuencia que emiten los teléfonos móviles como IIB "posiblemente carcinógeno para los seres humanos", y considerase deben realizar más estudios con el fin de confirmar esta clasificación y de esta manera con mayor soporte lograr cambiarla a categoría A, "carcinógeno para los seres humanos".

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los campos electromagnético de los teléfonos celulares tienen asociación con la aparición de tumores cerebrales, en los últimos años y desde la aparición en el mercado de los teléfonos celulares su incremento y uso han aumentado de manera significativa, al punto que en el mundo hay 5,9 billones de teléfonos móviles y celulares, a nivel global alcanza el 87% y el 79% en el mundo en desarrollo. Y cada día se utiliza más la banda ancha móvil que ha crecido un 45% anual durante los últimos cuatro años y hoy en día es el doble de la banda ancha fija⁵

Ese crecimiento exponencial que se logra percibir en nuestro diario vivir y que gracias a las estadísticas se ha confirmado, ha generado dudas sobre la seguridad y posibles efectos que los mismos causan en el organismo, ¿los teléfonos móviles causan cáncer? Si la respuesta fuera afirmativa se podría decir que más de la mitad de la población del mundo está en riesgo en estos momentos, por el uso constante de los mismos. Y no solo están en riesgo las personas adultas también los niños que cada vez están más expuesto a una interacción más temprana con estos dispositivos^{4,6}.

Una revisión llevada a cabo a finales de mayo de 2011 por la Agencia de la Organización Mundial de la Salud Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) dio una primera respuesta a la pregunta. Esta opinión clasificada campos electromagnéticos de tipo radiofrecuencia que emiten los teléfonos móviles como 2B "posiblemente carcinógeno para los seres humanos", y considerase deben realizar mas estudios con el fin de confirmar esta clasificación a cambiarla a categoría A, "carcinógeno para los seres humanos". Con el crecimiento que han tenido y que se espera que tengo en los próximos años, se debería resolver esta pregunta con más estudios para definir políticas públicas que

prevengan la aparición de cáncer cerebral en la población. Y de esta manera responder a la pregunta planteada como base del presente documento ¿existe una asociación entre campos electromagnéticos y tumores cerebrales?^{6,7}

3. JUSTIFICACION

En la actualidad la aparición de tumores cerebrales va en aumento constante anualmente, con predominio significativo en la región latinoamericana, principalmente en países como Colombia los cuales se encuentran en vías de desarrollo, cuyo agente causal podría estar asociado a la exposición a campos electromagnéticos. Datos tomados de www.healthdata.org donde los DALYS en Colombia son de 103.39 por cada 100.000 personas, con aumento anual del 1.77% respaldando estadísticamente lo expuesto previamente.¹⁶

El uso constante de teléfonos celulares y por ende la implantación en la sociedad de aparatos electrónicos o antenas inalámbricas capaces de generar campos electromagnéticos ha aumentado exponencialmente en el uso, llegando al punto que aproximadamente casi toda la población en general ha estado expuesta a radiación emitida por campos electromagnéticos.

La asociación entre tumores cerebrales y la exposición a campos electromagnéticos aun no esta identificada, cada día se reportan más accidentes laborales y más demandas de pacientes con patología tumoral (de predominio en sistema nervioso) hacia grandes firmas que coincidentalmente presentan las más altas tasas de emisiones de campos electromagnéticos (como los son Eriksson en Suecia y Nokia en Noruega), la cuestión es que en la actualidad no existe un metanálisis reciente donde involucre los estudios individuales realizados sobre la asociación entre la causa y el efecto.

Hoy en día las emisiones de campos electromagnéticos generadas por los celulares son considerados categoría 2B “posiblemente cancerígenos” de manera que las evidencias demostradas en estudios con animales (Toxicológicos) no generan una relación causal, y las evidencias epidemiológicas (en humanos) no son suficientes para generar una conclusión, esto soporta el rechazo en la

actualidad de la OMS sobre el principio de precaución ya que al no existir estudios científicos capaces de corroborar la asociación, aun será una intriga y por ende cada estado esta independientemente capaz de decidir si adopta o no la precaución.

Aunque en el estado Colombiano la ley 99 de 1.993 dice que “la falta de certeza científica absoluta no podrá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente”, en Colombia los campos electromagnéticos no están siendo controlados en su totalidad, por ende toda la población en general está expuesta a los campos electromagnéticos y a su vez a todos los efectos nocivos que en la actualidad siguen sin tener soporte científico asociativo significativo, por ende es necesario el desarrollo y elaboración de este metanálisis, ya que al identificar los estudios de casos y controles y cohortes (y entre ellos uno de los más grandes estudios realizados en el mundo, INTERPHONE) se podrá evidenciar la asociación significativa y aclarar con mayor precisión los efectos que a diario estamos expuestos y de esta manera generar una política de prevención y posiblemente re categorizar la asociación entre los campos electromagnéticos y su relación con tumores cerebrales.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVOS GENERALES

4.1.1. Estudiar la asociación entre tumores cerebrales y los campos electromagnéticos a través del metanálisis de estudios observacionales 2010-2016 a nivel mundial que permitan reducir la incertidumbre en la población.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.2.1. Evaluar los factores asociados al tiempo de exposición a campos electromagnéticos.

3.2.2. Evaluar los factores asociados a la localización del tumor cerebral.

3.2.3 Dar recomendaciones de políticas públicas que permitan mejorar la protección de la población.

5. METODOLOGÍA

Metanálisis de estudios observacionales donde se revisaron los descriptores en ciencias de la salud (DeCS) ingresando las palabras clave en español (meta análisis, tumores cerebrales, neoplasias encefálicas, frecuencias electromagnéticas, campos electromagnéticos) y en inglés “Electromagnetic Fields, brain neoplasm, brain tumor”.

Al identificar las palabras claves y utilizando operadores booleanos (AND y OR) se realizó una búsqueda sistemática de la siguiente manera: “Electromagnetic Fields” OR “mobile phone” AND “brain neoplasm” OR “brain cancer” OR “brain tumor” OR “acoustic neuroma”. Dicha búsqueda se realizó en las bases de datos virtuales de la Universidad De Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA como lo son Scopus, Sciencedirect, Ebsco host, Clinicalkey, Siun, Sinab y Pubmed. También se realizó búsqueda en español con términos DeCS y términos libres en las bases de datos Lilacs y Scielo.

Los criterios de selección fueron estudios observacionales realizados entre 2010 y 2016 que analizaran la relación entre tumores primarios del Sistema Nervioso Central y utilización de telefonía celular.

Se encontraron 6.316 estudios relacionados con el tema de los cuales se eliminaron los duplicados y aquellos que cumplieron los criterios de selección como el periodo de análisis o el tipo de tumor.

De esta manera se logró identificar 18 artículos relacionados los cuales fuesen Estudios de casos y controles y cohortes que estén entre el año 2010 y 2016 descartando eventualmente todo estudio que no cumplirá dichos requisitos.

Se encontraron 3 metanálisis relacionado a la temática de años iguales o inferiores a 2009.

Se preseleccionaron en total 10 estudios de casos y controles de los cuales fueron descartados 3 estudios por diferencias en relación de exposición a estudio, generando en total 7 estudios seleccionados.

Se preseleccionaron 5 estudios de cohortes de los cuales fueron descartados 4 por no cumplir los criterios de selección y el estudio que quedo seleccionado no se usó en el metanálisis ya que aún sigue en curso (ESTUDIO COSMOS).

Los criterios de evaluación de la exposición entre tumores y uso de celulares fueron la frecuencia de uso, la intensidad, la duración de la exposición y la lateralidad del tumor. La mayoría de estudios consideraron la frecuencia como el uso de celulares al menos una vez por semana durante 6 meses. Así mismo, evaluaron la lateralidad del tumor con respecto al uso, ya sea ipsilateral (del mismo lado del tumor) o contralateral. La duración de la exposición varió en los distintos estudios siendo entre 5 y 10 años un alto tiempo de exposición. Finalmente, en relación a la intensidad de uso los criterios fueron muy dispares. En este meta análisis se usaron los mismos criterios de frecuencia y lateralidad. Con relación a la duración se consideró una alta exposición por encima de 5 años y respecto a la intensidad los estudios se dividieron en 2 subgrupos: aquellos que consideraron una alta exposición como un tiempo de llamadas superior a 600 minutos en 1 año y aquellos que clasificaron la exposición alta como un tiempo de llamadas superior a 1147 minutos/año.

Dentro del análisis estadístico se realizó síntesis de los Odds Ratio (OR) de todos los estudios de acuerdo a los criterios de evaluación. La heterogeneidad del estudio se evaluó según el test Q y el índice de inconsistencia I^2 . Para la estimación global de los OR de los estudios de casos y controles incluidos se usó la herramienta de software libre "OpenMetaAnalyst" permitiendo la elaboración de gráficas en bosque, e identificación del peso del estudio y el análisis estadístico del mismo. El sesgo de publicación se evaluó mediante los diagramas en embudo y las pruebas de Egger y Begg en el programa Epidat 3.1

El presente estudio no presenta intervención ya que los datos para la elaboración del mismo son tomados de estudios científicos obtenidos base de datos, de igual manera no presenta aspectos éticos o daños biológicos para los investigadores o la población en general.

6. MARCO TEÓRICO

Desde la aparición de los teléfonos celulares y con su globalización y auge los teléfonos celulares cada vez más son parte importante de la vida de las personas en general, siendo utilizados desde adulto mayores llegando a los niños que empiezan su vida escolar. Y cada vez teniendo más funciones, en sus primeros modelos los teléfonos celulares solo tiene la capacidad de hacer llamas, posteriormente podían guardar número de otros teléfonos ya sean teléfonos fijos o celulares, pasando por la utilización de mensajes de texto y correos de voz que facilitaron la comunicación, hasta los teléfonos inteligentes que permiten tener aplicación, cámaras, reproductores de música y videos, también siendo herramientas en el campo de la medicina.

A través de los años el uso de teléfonos celulares ha aumentado exponencialmente lo cual es directamente proporcional a su exposición, no solo de la persona que lo usa sino de aquellas personas que lo rodean, teniendo en cuenta el campo electromagnético emitido por el mismo^{3,4,6}.

La exposición a radiación electromagnética se puede dividir en ionizante y no ionizante, siendo esta última a su vez subdividida en efectos térmicos y no térmicos.¹⁹

Figura 1. Radiación electromagnética



Tomada de Zulma Dayanna Lugo Yepes. Tecnico en seguridad ocupacional.
Fecha 02/03/2016. Disponible en:
<http://lugodayanna2000.blogspot.com.co/2014/08/riesgos-radiacion-ionizantes-y-no.html>

La radiación se mide dentro de un espectro electromagnético, en el cual la radiación ionizante está en una longitud de onda menor, lo que permite que la energía pueda arrancar los electrones de los átomos y pueda interactuar con ellos y producir ionizaciones, tiene la capacidad de atravesar tejidos llegar a las células y al ADN y genera alteraciones en este (en este trabajo no tocaremos este tipo de radiación).

La radiación no ionizante en cambio sus ondas con más amplias y su energía no es suficiente para arrancar electrones de los átomos, por lo tanto no producen ionización y no es capaz de llegar al núcleo de las células.¹¹

El efecto térmico esta dado cuando la energía emitida es capaz de aumentar la temperatura en 1 °C de un objeto o persona. Este aumento de la temperatura se da por la absorción de las radiofrecuencias que viajan por el medio ambiente hacia el cuerpo humano pueden producir dependiendo de la intensidad, cambios en las moléculas bipolares, principalmente del agua y los iones de los tejidos; entre los tejidos más afectados están el cristalino, humor vítreo del ojo, los órganos parenquimatosos y las glándulas, el tejido linfoide y órganos huecos como el estómago, vejiga y vesícula biliar. Provocando dilatación de los poros de la barrera hematoencefalica, lo que permite que la radiación alcance a las neuronas y produzcan alteraciones, esta radiación está relacionada con la apariciones de enfermedades y problemas neurológicos, tumores cerebrales, enfermedad de Alzheimer y perdidas de la memoria, así como alteraciones del proceso de sueño y vigilia que pueden llegar a complicaciones como la depresión, el cansancio e incluso predisponer a ideas de suicidio y al suicidio.

Los efectos no térmicos se producen cuando la energía no eleva la temperatura por encima de las fluctuaciones de la temperatura normal del cuerpo humano. Aunque esta radiación de baja intensidad en exposiciones prolongadas es potencialmente nociva; ya que estos campos electromagnéticos con frecuencias por debajo de 1MHz no producen elevación de la temperatura; inducen corrientes y campos electromagnéticos en los tejidos, en los cuales se observan alteraciones en electroencefalograma, cambios en la actividad colinérgica de los animales que puede influir en la salud de los mismo. Sin embargo, las investigaciones en este campo están limitadas, de hecho la organización mundial de la salud no está interesada en la investigación en este campo.

Grupos de investigación en estados unidos y países miembros del tratado del atlántico norte (OTAN), niegan la posibilidad que los campos de radiofrecuencia provoquen algún tipo de respuesta biológica que no sea de origen térmico; que las ondas no generan respuesta mutagénica en el ADN y por lo tanto no incluyen en la presentación o iniciación del cáncer.

El efecto atérmico se produce cuando hay energía suficiente para causar un aumento de la temperatura corporal sin que se observen cambios en la temperatura debido al enfriamiento ambiental. Los efectos de este tipo de radiación pueden inducir corrientes eléctricas que estimulan las células nerviosas y musculares.^{20,22}

Los teléfonos celulares emiten 900MHz de radiación que el tejido cerebral absorbe en mayor capacidad que otros órganos, generando una extravasación de albumina por debilidad de la permeabilidad de la barrea hematoencefalica. Existen estudios que demuestran que el uso prolongado de teléfonos celulares incrementa los marcadores de estrés oxidativo, induciendo apoptosis y causando cambios histopatológicos, en el tejido cerebral; con posibilidad que generar daño neuronal.

Otros problemas que esta apareciendo conjuntamente con los teléfonos celulares es la hipersensibilidad electromagnética y de esta manera clasifica como

enfermedad generada por exposición crónica a campos electromagnéticos de micro ondas alrededor de las torres de telefonía celular e internet inalámbrico; hechos confirmados en importantes países del mundo como Canada y Suecia, países en donde aproximadamente el 3% de su población es electrosensible y que registran las tasas mas altas de esta enfermedad. ^{12,15,17}

Los efectos mencionados anteriormente sirvieron para generar estudios al respecto de este tema con el fin de buscar o entender si hay asociación causal del uso de teléfonos celulares y el cáncer especialmente tumores cerebrales; y llegar a clasificarlos según la IARC a los teléfonos móviles como 2B “posiblemente carcinógeno para los seres humanos”, en este punto es necesario realizar mas estudios con el objetivo de confirmar esta clasificación o en su defecto reclasificarla en la categoría 1 “carcinofeno para los seres humanos”.

La clasificación según la IARC consiste en:

Grupo 1: El agente es cancerígeno para el ser humano.

Esta categoría se utiliza cuando hay suficiente evidencia científica de carcinogenicidad en humanos. Excepcionalmente, un agente puede ser colocado en esta categoría cuando la evidencia de carcinogenicidad en humanos no es suficiente, pero hay suficiente evidencia de carcinogenicidad en animales de experimentación y pruebas evidentes en los seres humanos expuestos que el agente actúa a través de un mecanismo relevante para la carcinogenicidad.

Grupo 2.

Esta categoría incluye a los agentes para los que el grado de evidencia de carcinogenicidad en humanos es casi suficiente, así como aquellos para los que, no hay datos en humanos, pero para los que hay pruebas de carcinogenicidad en experimentación animales. Los agentes se clasifican en el Grupo 2A (probablemente carcinógeno para los seres humanos) o Grupo 2B (posiblemente carcinógeno para los seres humanos) sobre la base de la evidencia epidemiológica y de laboratorio sobre carcinogenicidad y datos relevantes

mecanicistas y otros. Los términos probablemente cancerígenos y posiblemente carcinogénicos no tienen importancia cuantitativa y se utilizan simplemente como descriptores de los diferentes niveles de evidencia de carcinogenicidad en seres humanos, con probables carcinógenos que significa un mayor nivel de evidencia que posiblemente cancerígenos.

Grupo 2A: El agente es probablemente cancerígeno para el ser humano.

Grupo 2B: El agente es posiblemente cancerígeno para los seres humanos.

“Las condiciones de la exposición conllevan exposiciones posiblemente carcinógenas para el ser humano. Esta categoría incluye agentes, mezclas o condiciones de exposición para los que existen pruebas limitadas de carcinogenicidad en humanos y pruebas insuficientes de carcinogenicidad en experimentación animal. También puede ser utilizada cuando existan pruebas inadecuadas de carcinogenicidad en humanos pero suficientes de carcinogenicidad en experimentación animal.

Ocasionalmente, un agente, mezcla o condición de exposición para los que existan pruebas inadecuadas de carcinogenicidad en humanos pero limitadas de carcinogenicidad en animales de experimentación junto con otros datos significativos de apoyo, puede ser incluido en este grupo.”

Algunos ejemplos son la lana de vidrio, el estireno y los gases de escape de los motores de gasolina.

Grupo 3: El agente no es clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos.

Esta categoría se utiliza con mayor frecuencia para los agentes que las pruebas inadecuadas de carcinogenicidad en humanos e inadecuada o limitada en animales de experimentación.

Excepcionalmente, los agentes los cuales las pruebas inadecuadas de carcinogenicidad en humanos, pero suficiente en animales de experimentación

pueden ser colocados en esta categoría cuando existe una fuerte evidencia de que el mecanismo de carcinogenicidad en animales de experimentación no funciona en los seres humanos.

Una evaluación en el Grupo 3 no es una determinación de no carcinogenicidad o la seguridad global. A menudo significa que se necesita más investigación, especialmente cuando las exposiciones son generalizadas o los datos sobre el cáncer son consistentes con diferentes interpretaciones.

Grupo 4: El agente no es probablemente carcinógeno para los seres humanos.

Esta categoría se utiliza para los agentes que hay evidencia que sugiere falta de carcinogenicidad en humanos y en animales de experimentación. En algunos casos, los agentes para los que no hay pruebas suficientes de carcinogenicidad en seres humanos, pero la evidencia sugiere ausencia de carcinogenicidad en animales de experimentación, con el apoyo constante y enérgicamente por una amplia gama de datos relevantes mecanicistas y otros, puede clasificarse en este grupo.⁸

El movimiento de cargas eléctricas en un metal conductor (como una antena de una emisora de radio o TV), origina ondas de campos eléctrico y magnético (denominadas ondas electromagnéticas EM) que se propagan a través del espacio vacío a la velocidad c de la luz ($c = 300.000 \text{ km/s}$). Estas ondas radiadas llevan asociada una energía electromagnética que puede ser captada por una antena receptora (la antena de TV en una casa o por la pequeña antena incorporada en un teléfono móvil). Sin embargo, los campos eléctrico y magnético pueden existir independientemente uno del otro, y se les denomina entonces campos estáticos; como los campos eléctricos que se originan entre las nubes y tierra durante una tormenta, antes de saltar el rayo.

Cuando en una región del espacio existe una energía electromagnética, se dice que en esa región del espacio hay un campo electromagnético y este campo se describe en términos de la intensidad de campo eléctrico (E) y/o la inducción

magnética o densidad de flujo magnético (B) en esa posición¹. Para medir la intensidad de campo eléctrico se emplea la unidad “voltio/metro”, mientras que para medir la densidad de flujo magnético se utiliza la unidad “tesla” (T) y, a veces, el Gauss (G). Un tesla equivale a 10000 Gauss (1 mT=10 mG).¹³

En el grupo de enfermedades que se pueden presentar por el uso de teléfonos móviles están diferentes tipo de canceres: neurinoma del acústico, meningioma maligno y los gliomas los cuales son mas prevalentes en la mayoría de los estudios.

El neurinoma del acústico corresponde al tumor más frecuente del ángulo pontocerebeloso. En su etiopatogenia se involucran factores genéticos que permiten su aparición, estando en algunos casos ligados a enfermedades como la neurofibromatosis tipo 2 expresándose de manera bilateral.

Clínicamente la enfermedad se divide en 4 estadios que desencadenan una diversa gama sintomatológica de acuerdo al grado de compresión y ocupación del conducto auditivo interno y tronco encefálico, siendo la hipoacusia el síntoma más importante en su presentación. Estos son los estadios: intracanalicular, cisternal, de compresión de tronco encefálico e hidrocefálico.

Habitualmente alcanzan un tamaño que fluctúa entre los pocos milímetros hasta más de 3 centímetros de diámetro dividiéndose de esta forma en pequeños, medianos y grandes. Asimismo se ha dicho que poseen un lento crecimiento e historia natural incierta mostrando en la mayoría de los estudios cifras de crecimiento entre los 1-3 mm/año.⁹

Los meningiomas son generalmente tumores benignos y de crecimiento lento, que se originan de la capa de células aracnoideas, más frecuentes en los sitios donde se sitúan las granulaciones aracnoideas. Suelen ser diagnosticados en autopsias hasta en un 30 % de pacientes, de forma incidental. Su incidencia se incrementa

con la edad, con una media de 42,9 años para el sexo femenino y de 52 años en el sexo masculino.

En una serie de 2203 casos de tumores reportados por Cushing y Eisenhardt, el 13,4 % resultaron ser meningiomas. Son más frecuentes en el sexo femenino, con una relación de 2:1. En el adulto, el 90 % de ellos ocurre en el compartimiento supratentorial, el 8 % en la fosa craneal posterior y un 1,3 % son intraventriculares.

En la embriogénesis este tumor está en relación con la formación de las tres capas meníngeas (pia aracnoidea, aracnoidea y duramadre). Las células aracnoideas sintetizan un gran número de glicoproteínas y moléculas de adhesión, que suelen estar relacionadas con el incremento de la fibrogénesis local ante un traumatismo. Estas células fibrosas se encuentran mayoritariamente en los sitios donde se encuentran las granulaciones aracnoideas. El origen a partir de las crestas neurales puede explicar la ocurrencia de este tipo de tumores con contenido de melanocitos (melanosis neurocutánea, melanocitoma meníngeo primario y el melanoma meníngeo maligno).

Las células aracnoideas, la capa de células aracnoideas o ambas, tienen baja frecuencia de división celular, pero ello puede ser incrementado por factores exógenos tales como una infección viral, irradiación, traumatismo de cráneo, factores genéticos o estimulación endógena por hormonas o factores de crecimiento. Los meningiomas anaplásicos, según estudio histológico creado por Cushing, son aquellos que presentan celularidad incrementada, aumento del número de mitosis, polimorfismo nuclear, áreas de necrosis e infiltración meníngea u ósea. La tendencia de este tipo de tumores es la recurrencia repetida y la rápida progresión. La Organización Mundial de la Salud clasifica a este tipo de tumores como grado III, los cuales representan entre el 1-3 % y entre ellos se incluye el anaplásico o maligno, el papilar y el rabdoide.

El cuadro clínico de este tipo de lesión es variable, dependiendo fundamentalmente de la localización anatómica, el tamaño y el grado de

crecimiento. Es frecuente la aparición de cefalea recurrente con tendencia a la cronicidad, déficit neurológico y en ocasiones de presentan convulsiones; todos ellos de progresión lenta.

Los principales complementos utilizados para establecer el diagnóstico incluyen estudios radiográficos simples de cráneo, estudios tomográficos simples y endovenosos, resonancia nuclear magnética multiplanar con técnica de venografía y angiografía cerebral. La modalidad quirúrgica de elección es la craneotomía con la mayor exéresis posible de la lesión, según grados de resección establecidos por Sinsom. Existen otras modalidades de tratamiento que van desde la simple observación clínica e imaginológica hasta métodos combinados que incorporan la radiocirugía, la terapia endovascular y los tratamientos coadyuvantes (quimioterapia y radioterapia); estos últimos reservados principalmente para formas malignas reseçadas parcialmente.¹⁰

La ultima enfermedad de importancia son los gliomas tienen la mayor incidencia entre los tumores primarios del sistema nervioso central, y de ellos los glioblastomas multiformes representan más del 50%, aunque del total de neoplasias intracraneanas sólo constituyan el 12 al 15%. Los glioblastomas multiformes se presentan por igual en ambos sexos y su frecuencia aumenta entre la tercera y séptima década de vida.

Los gliomas generalmente tienen un desarrollo unívoco y su expresión múltiple es un modo excepcional de presentación, que obliga al diagnóstico diferencial con otras patologías multicéntricas. Los gliomas múltiples, siempre han constituido una preocupación diagnóstica, obligando a los investigadores a buscar modos de aproximación.

La frecuencia de los gliomas multicéntricos es tan baja como el 2,3% y tan alta como el 9%. El estudio de Batzdorf, basado en hallazgos de autopsia, encontró 58 casos con lesiones múltiples de un total de 209 gliomas (27,8%). Sin embargo, de ellos sólo 5 (2,4%) cumplían criterios para ser considerados multicéntricos. Por

otra parte, Van Tassel en 1988, basado en imágenes de escáner, encontró que hasta el 5% de los pacientes con gliomas malignos presentaban lesiones múltiples. En 1999, Djalilian y colaboradores encontraron que el 9% de sus pacientes con gliomas malignos, estudiados con RM, mostraban lesiones de apariencia sincrónica o metacrónica.

La inclusión de la espectrometría en el estudio de lesiones múltiples con captación de medio de contraste, ha permitido identificar los gliomas de otras lesiones de aspecto pseudotumoral como granulomas. Así como definir la naturaleza de los linfomas o de metástasis de melanomas que al ser de origen ectodérmico, puede confundirse con tumores primarios.

LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD PARA LA TEMATICA EXPUESTA SUGIERE EL PRINCIPIO DE PRECAUCION DESDE EL AÑO 2.003.

El Principio de Precaución usualmente es aplicado cuando hay un alto grado de incertidumbre científica y hay la necesidad de tomar acciones para riesgos potencialmente serios sin esperar los resultados de más investigaciones científicas. Esto fue definido en el Tratado de Maastricht como “tomar acciones prudentes cuando hay suficiente evidencia científica (pero no necesariamente evidencias absolutas) que la inacción podría conducir a daño y dónde la acción puede ser justificada en basen a un juicio razonable de “costo/ efectividad”. Ha habido muchas interpretaciones y aplicaciones diferentes del principio de precaución. En el 2000 la Comisión Europea definió una serie de reglas para la aplicación de este principio, incluyendo análisis de costo/ beneficio.

7. IMPACTO ESPERADO

Con la realización de este trabajo esperamos dar información a la comunidad científica sobre las posibles consecuencias del uso de teléfonos celulares e incentivar la investigación en el campo de efectos de teléfonos celulares en el cuerpo humano.

Crear conciencia en la población general sobre el uso que se le da a los teléfonos celulares y que tanto tiempos los usamos.

8. RESULTADOS

Para el desarrollo de los resultados se tomaron en cuenta 7 estudios de casos y controles, los cuales lograron identificar 4 variables:

- 1. FRECUENCIA:** uso del celular al menos 1 vez por semana en los últimos 6 meses.

Tabla 1: Frecuencia uso del celular al menos 1 vez por semana en los últimos 6 meses.

| Estudio | Exposición (Frecuencia uso 1 vez/sem por 6 meses) | Casos | Controles | OR (IC 95%) | Peso (1/varianza) |
|------------------------------------|--|--------------|------------------|----------------------------|------------------------------|
| Interphone 2010 | Si | 2928 | 3382 | 0.891 (0.825- 0.962) | 24.85% |
| | No | 2189 | 2252 | | |
| CEFALO (Aydin) 2011 | Si | 194 | 329 | 1.183 (0.912- 1.535) | 14.61% |
| | No | 158 | 317 | | |
| Hardell 2013 | Si | 200 | 2148 | 1.109 (0.874- 1.408) | 15.76% |
| | No | 116 | 1382 | | |
| RF 5 INTER. 2011 | Si | 542 | 1629 | 1.043 (0.881- 1.235) | 19.79% |
| | No | 266 | 834 | | |

| | | | | | |
|------------------------|----|-----|------|----------------------------|--------|
| Hardell 2. 2013 | Si | 548 | 1217 | 1.511 (1.067- 2.139) | 10.80% |
| | No | 45 | 151 | | |
| Pettersson 2014 | Si | 302 | 442 | 1.144 (0.874- 1.498) | 14.17% |
| | No | 120 | 201 | | |

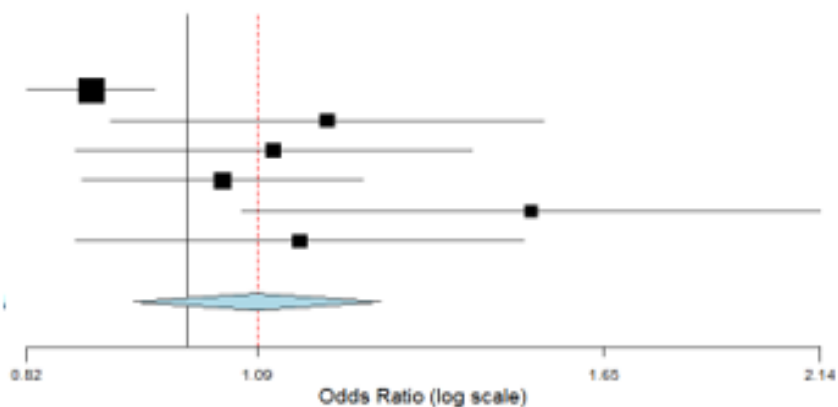
Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

Grafica 1: Frecuencia uso del celular al menos 1 vez por semana en los últimos 6 meses.

Forest Plot

Studies

INTERPHONE (Cardis) 2010
 CEFALO (Aydin) 2011
 Hardell 2013
 RF 5 INTER. 2011
 Hardell 2. 2013
 Pettersson 2014

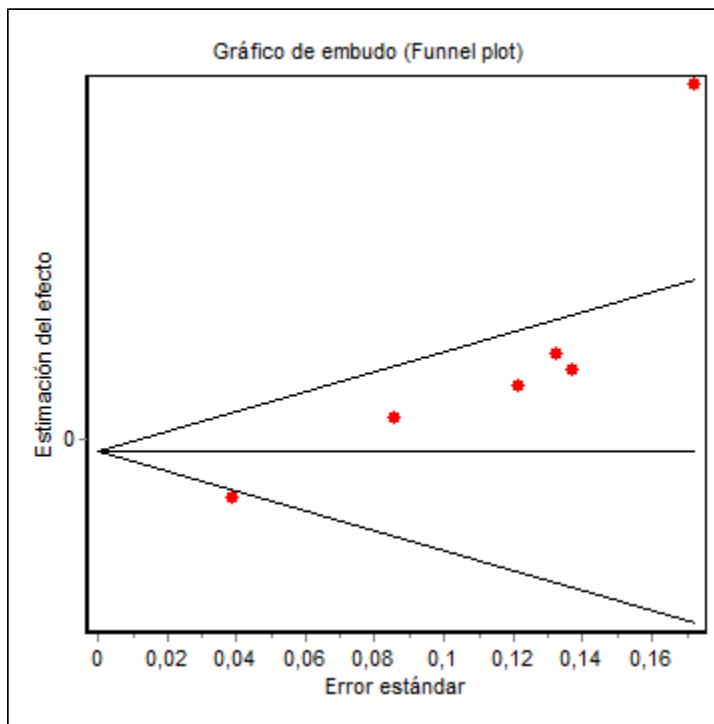


Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

La FRECUENCIA teniendo en cuenta los estudios observados evidencia un OR de 1.08 con intervalo de confianza entre 0.938 – 1.262, teniendo en cuenta una heterogeneidad en los estudios (Valor Q (grado de libertad=5): 16.572, Valor P: 0.005, I²: 69.828%)

Se encontró sesgo de publicación (test de Egger=4,3, p=0,0117), y como se observa en el siguiente gráfico de embudo fue dado principalmente por el estudio de Cardis (Interphone 2011).

Gráfica 2: Frecuencia uso del celular al menos 1 vez por semana en los últimos 6 meses. Embudo



Obtenido: Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

2. INTENSIDAD: tiempo en horas acumulado de llamadas en 1 año dividido en 2 grupos:

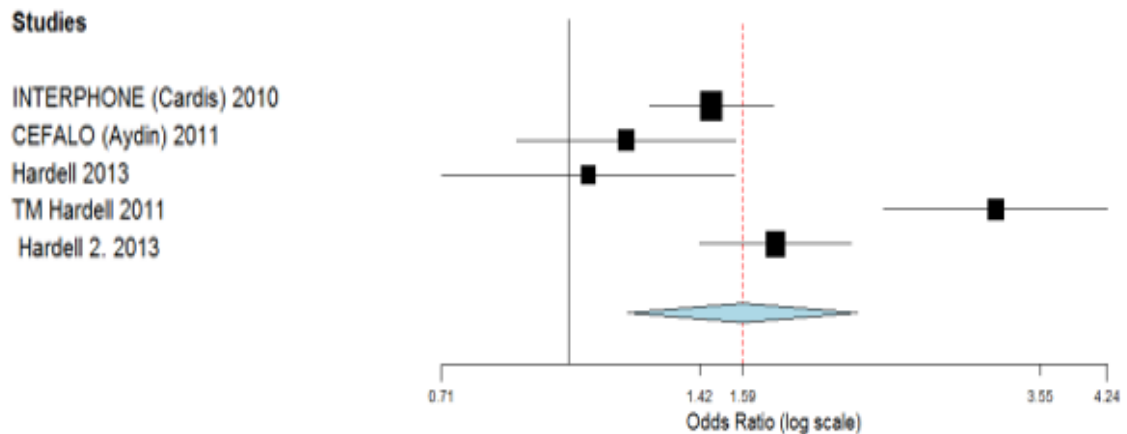
a. VALOR MAXIMO MAYORA 1000 HORAS:

Tabla 2: Intensidad mayor a 1000 horas

| Estudio | INTENSIDAD (tiempo en horas acumulada de llamadas número mayor a 1000 horas) | Casos | Controles | OR (IC 95%) | Peso (1/varianza) |
|------------------------------------|---|--------------|------------------|------------------------|------------------------------|
| Interphone 2010 | Si | 340 | 261 | 1.465 | 22.27% |
| | No | 4777 | 5373 | (1.241- 1.730) | |
| CEFALO (Aydin) 2011 | Si | 97 | 159 | 1.165 | 19.56% |
| | No | 255 | 487 | (0.968- 1.564) | |
| Hardell 2013 | Si | 30 | 320 | 1.052 | 17.16% |
| | No | 286 | 3210 | (0.710- 1.559) | |
| Hardell 2. 2013 | Si | 232 | 369 | 1.740 | 21.56% |
| | No | 361 | 999 | (1.419- 2.133) | |
| TM Hardell 2011 | Si | 102 | 84 | 3.142 | 19.43% |
| | No | 803 | 2078 | (2..328- 4.242) | |

obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

Grafica 3: Intensidad mayor a 1000 horas

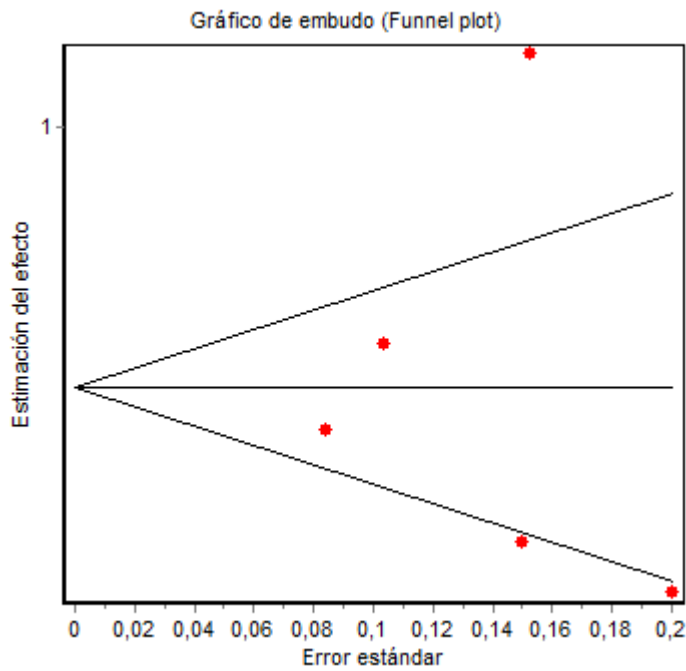


Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

La INTENSIDAD en cuanto a los estudios que presentaban el tiempo en horas de llamada mayor a 1000 horas evidencia un OR de 1.59 con intervalo de confianza entre 1.17 – 2.16 teniendo en cuenta una heterogeneidad en los estudios (Valor Q (grado de libertad=4): 29.99, Valor P: <0.001, I²: 86.662%)

No se apreció sesgo de publicación con relación a la intensidad mayor de 1000 horas (prueba de Egger=-0,01, p=0,99)

Grafica 4: Intensidad mayor a 1000 horas. Embudo



Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

b. VALOR MAXIMO MENORA 1000 HORAS:

Tabla 3: Intensidad menor a 1000 horas

| Estudio | INTENSIDAD (tiempo en horas acumulada | Casos | Controles | OR (IC 95%) | Peso (1/varianza) |
|----------------|--|--------------|------------------|------------------------|------------------------------|
| | | | | | |

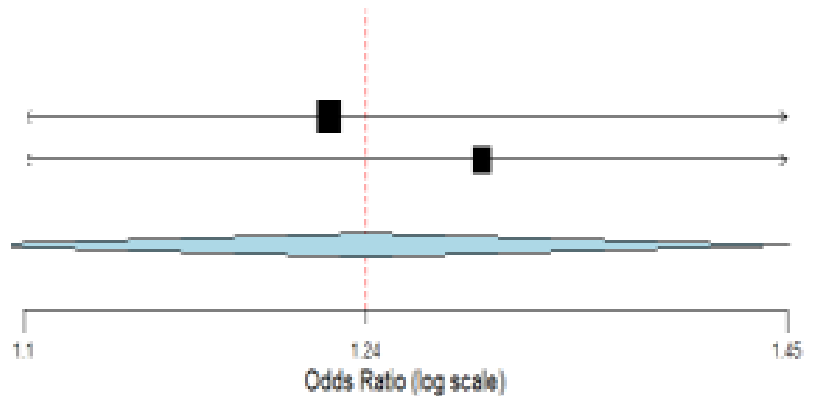
| | de llamadas número mayor menor a 1000 horas) | | | | |
|-------------------------|--|-----|------|--------------------------|--------|
| RF 5 INTER. 2011 | Si | 234 | 615 | 1.225 (1.026 - 1.463) | 75.49% |
| | No | 574 | 1848 | | |
| Pettersson 2014 | Si | 89 | 110 | 1.295 (0.949- 1.768) | 24.50% |
| | No | 333 | 533 | | |

obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

Grafica 5: Intensidad menor a 1000 horas

Studies

RF 5 INTER. 2011
Pettersson 2014



Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis

de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

La INTENSIDAD en cuanto a los estudios que presentaban su valor máximo de tiempo en horas de llamada menor a 1000 horas evidencia un OR de 1.242 con intervalo de confianza entre 1.065 – 1.449 teniendo en cuenta que los estudios son homogéneos (Valor Q (grado de libertad=1): 0.093, Valor P: 0.761, I²: 0%)

3. USO: más de 5 años de uso de teléfono celular.

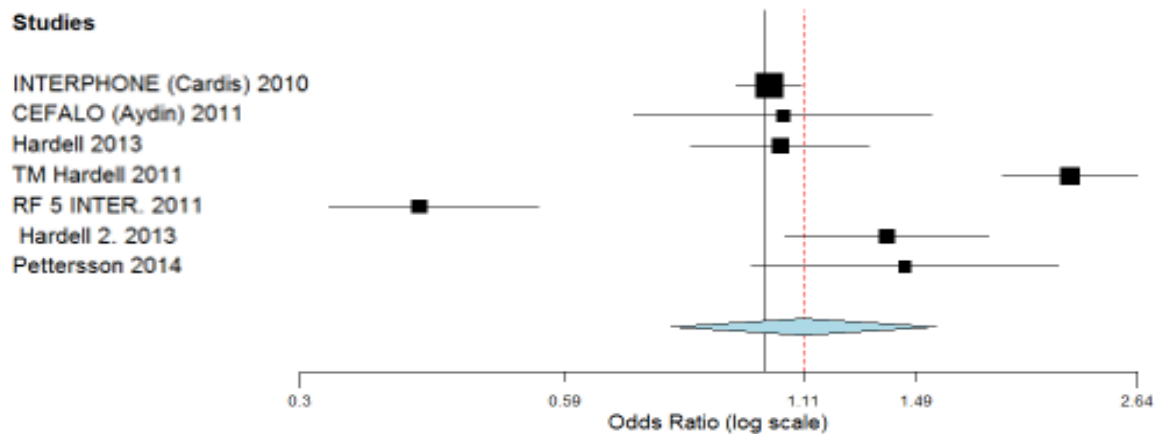
Tabla 4: Uso más de 5 años de teléfono celular

| Estudio | Exposición (USO mayor a 5 años de uso de teléfono celular) | Casos | Controles | OR (IC 95%) | Peso (1/varianza) |
|------------------------------------|---|--------------|------------------|----------------------------|------------------------------|
| Interphone 2010 | Si | 1393 | 1521 | 1.012 (0.929- 1.101) | 15.60% |
| | No | 3724 | 4113 | | |
| CEFALO (Aydin) 2011 | Si | 46 | 81 | 1.049 (0.712- 1.545) | 13.15% |
| | No | 306 | 565 | | |
| Hardell | Si | 135 | 1474 | 1.040 | 14.70% |

| | | | | | |
|---------------------------------|----|-----|------|-------------------|--------|
| 2013 | No | 181 | 2056 | (0.824- 1.313) | |
| RF 5 INTER. 2011 | Si | 49 | 338 | 0.406 (0.297- | 13.97% |
| | No | 759 | 2125 | 0.554) | |
| Hardell 2. 2013 | Si | 507 | 1109 | 1.377 (1.056- | 14.41% |
| | No | 86 | 259 | 1.796) | |
| Pettersson 2014 | Si | 51 | 56 | 1.441 (0.965- | 13.00% |
| | No | 371 | 587 | 2.152) | |
| TM Hardell 2011 | Si | 298 | 392 | 2.217 (1.858- | 15.13% |
| | No | 607 | 1770 | 2.645) | |

Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

Grafica 6: Uso más de 5 años de teléfono celular

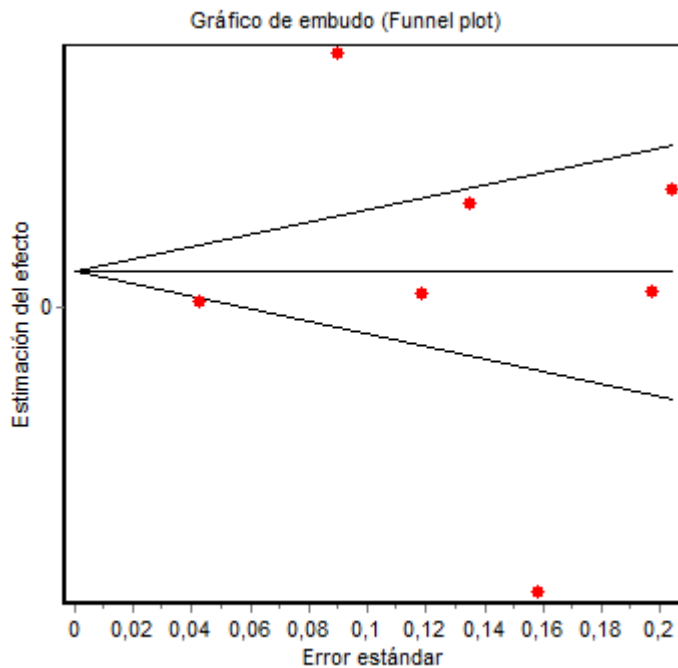


Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

El USO teniendo en cuenta los estudios observados evidencia un OR de 1.107 con intervalo de confianza entre 0.783 – 1.566, teniendo en cuenta una heterogeneidad en los estudios (Valor Q (grado de libertad=6): 108.200, Valor P: <0.001, I²: 94.455%)

No se apreció sesgo de publicación con relación al USO (prueba de Egger=-0,096, p=0,92)

Grafica 7: Uso más de 5 años de teléfono celular embudo



Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

4. LATERALIDAD: localización anatómica donde aparece el tumor en realización a la localización donde usaba el móvil.

a. IPSILATERAL: localización de tumor el mismo lado donde usaba el móvil.

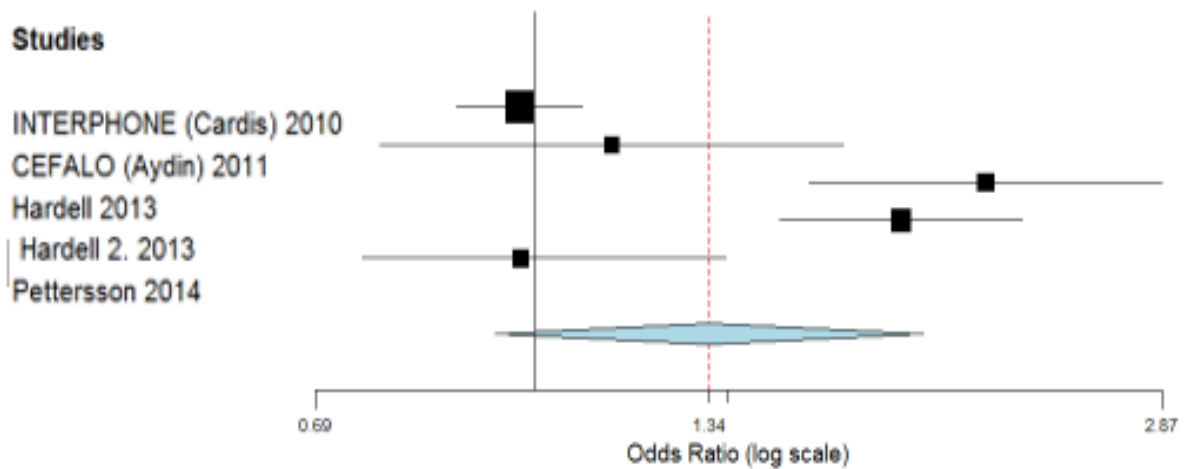
Tabla 5: Lateralidad localización anatómica; ipsilateral

| Estudio | Exposición (lateralidad IPSILATERAL) | Casos | Controles | OR (IC 95%) | Peso (1/varianza) |
|------------------------------------|---|--------------|------------------|----------------------------|------------------------------|
| Interphone 2010 | Si | 1101 | 1232 | 0.973 (0.875- 1.082) | 22.31% |
| | No | 1594 | 1736 | | |
| CEFALO (Aydin) 2011 | Si | 62 | 83 | 1.136 (0.769- 1.677) | 17.96% |
| | No | 146 | 222 | | |
| Hardell 2013 | Si | 123 | 920 | 2.132 (1.584- 2.871) | 19.69% |
| | No | 77 | 1228 | | |
| Hardell 2. 2013 | Si | 324 | 534 | 1.850 (1.508- 2.270) | 21.19% |
| | No | 224 | 683 | | |
| Pettersson | Si | 117 | 156 | 0.975 | 18.81% |

| | | | | | |
|-------------|----|-----|-----|-------------------|--|
| 2014 | No | 110 | 143 | (0.690- 1.377) | |
|-------------|----|-----|-----|-------------------|--|

Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

Grafica 8: Lateralidad localización anatómica; ipsilateral

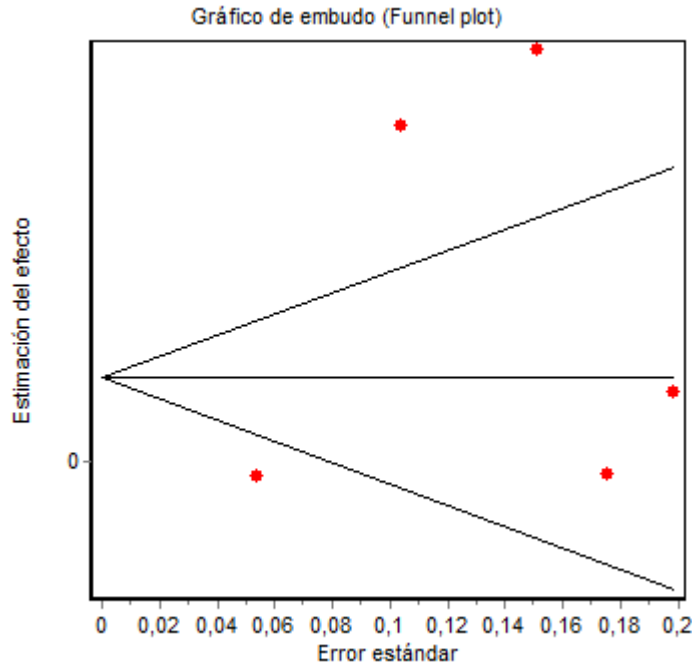


Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

La LATERALIDAD IPSILATERAL teniendo en cuenta los estudios observados evidencia un OR de 1.339 con intervalo de confianza entre 0.934 – 1.919, teniendo en cuenta una heterogeneidad en los estudios (Valor Q (grado de libertad=4): 47.611, Valor P: <0.001, I²: 91.599%)

No se observó sesgo de publicación, ya que la prueba de Egger fue de 1,06 con un valor p sin significancia estadística ($p=0,36$).

Grafica 9: Lateralidad localización anatómica; ipsilateral. Embudo



Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

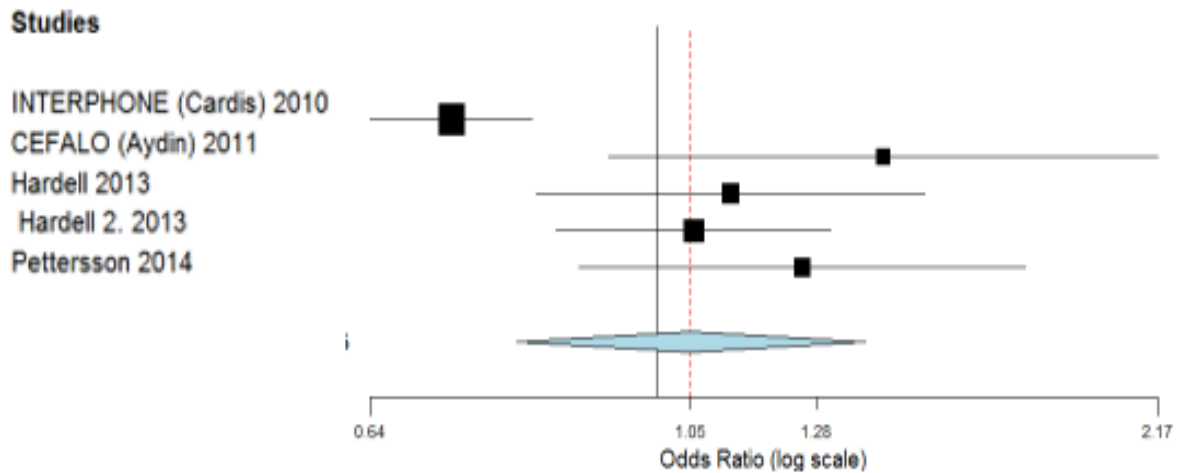
b. CONTRALATERAL: localización del tumor al lado contrario donde usaba el móvil.

Tabla 6: Lateralidad localización anatómica; contralateral.

| Estudio | Exposición (lateralidad CONTRALATERAL) | Casos | Controles | OR (IC 95%) | Peso (1/varianza) |
|------------------------------------|---|--------------|------------------|----------------------------|------------------------------|
| Interphone 2010 | Si | 609 | 2162 | 0.725 (0.640- 0.822) | 24.42% |
| | No | 1553 | 1559 | | |
| CEFALO (Aydin) 2011 | Si | 49 | 63 | 1.418 (0.926- 2.171) | 15.71% |
| | No | 141 | 257 | | |
| Hardell 2013 | Si | 73 | 729 | 1.119 (0.828- 1.512) | 19.52% |
| | No | 127 | 1419 | | |
| Hardell 2. 2013 | Si | 190 | 407 | 1.056 (0.854- 1.306) | 22.24% |
| | No | 358 | 810 | | |
| Pettersson 2014 | Si | 131 | 154 | 1.250 (0.884- 1.768) | 18.10% |
| | No | 98 | 144 | | |

Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

Grafica 10: Lateralidad localización anatómica; contralateral

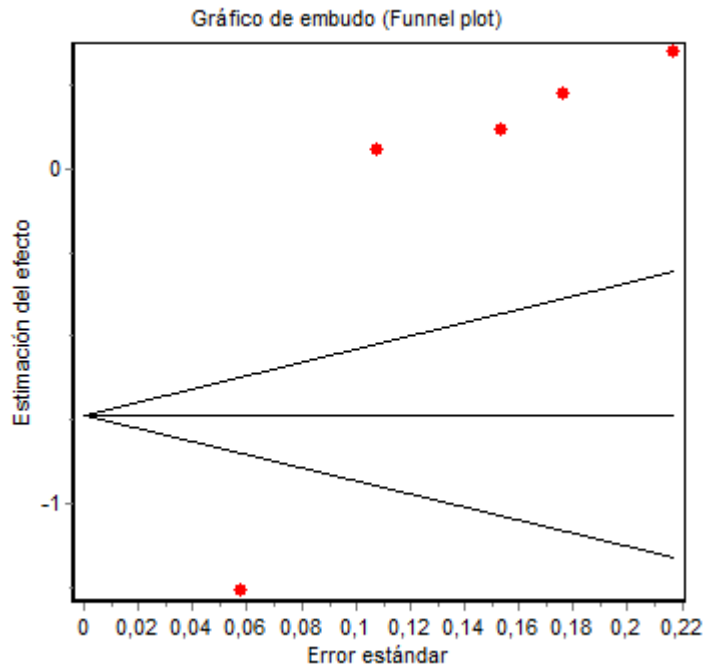


Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

La LATERALIDAD CONTRALATERAL teniendo en cuenta los estudios observados evidencia un OR de 1.052 con intervalo de confianza entre 0.803 – 1.379, teniendo en cuenta una heterogeneidad en los estudios (Valor Q (grado de libertad=4): 23.121, Valor P: <0.001, I²: 82.7%)

Si se observó sesgo de publicación, ya que la prueba de Egger fue de 3,81 con un valor p de 0,0316.

Grafica 11: Lateralidad localización anatómica; contralateral embudo



Obtenido Rojas P. Daniel, Quiroga O. Luis. Tumores cerebrales por exposición a campos electromagnéticos asociado al uso de teléfonos celulares: un metanálisis de estudios observacionales. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. 2016.

9. DISCUSION

Basándonos en 3 meta análisis relacionados con el tema de nuestro trabajo que se publicaron en años previos los artículos que incluimos en este, vemos que también se quería obtener una respuesta a la pregunta si los teléfonos móviles tenían alguna relación con el tiempo de aparición, el tipo de tumor cerebral y su localización que se presenta por su uso de los teléfonos móviles.

Con la búsqueda de casos y controles en las bases de datos previamente mencionadas, vemos que no tenemos suficientes datos para negar o confirmar la relación causal del uso de celulares con la presentación de tumores cerebrales.

Aunque los resultados nos permiten brindar una asociación entre el uso de celulares y la localización y exposición por intensidad mayor a 1000 horas, los cuales serán descritos más adelante.

Eso también se ve reflejado en diferentes estudios como Seung-Kwon Myung y al, en donde su resultados no confirman que las campos electromagnéticos de los celulares tenga relación con la presentación de tumores, pero tampoco dan un claro soporte que sea un factor protector. Pero se encontró que el uso por más de 10 años de teléfonos celulares tiene asociación con la aparición de tumores cerebrales (odds ratio 1,18; IC del 95%, 1,04 a 1,34) en 13 estudios.²³

En estudio de Peter Kan et al, no encuentran riesgo al uso de celulares para la aparición de tumores cerebrales (odds ratio 0,90; IC 95%, 0,81 a 0,99)), tal con en algunos de los estudios incluidos en nuestro metaanálisis. Pero si encontraron riesgo en la aparición de celulares en 10 años o más de uso, (odds ratio 1,25; IC 95%: 1,01 a 1,54). El cual se encontró en 5 estudios evaluados.³²

Otro hallazgo, en el estudio de Peter Kan et al, y que evaluó en este es el tipo de tumor que se presentaba entre los que están el glioma de alto grado (odds ratio 0.86; IC 95%, 0.70 a 1.05), para el glioma de bajo grado (odds ratio 1,14; IC 95%, 0,91 a la 1,43), para meningioma (odds ratio 0,64; IC 95%, 0,56 a 0,74), y de neuroma acústico (odds ratio 0,96; IC 95%, 0,83 a 1,10) con modelos de efectos

aleatorios. En los cuales no es un riesgo el uso de teléfonos celulares y la localización de los tumores.

Según el estudio de Lennart Hardell et al el tiempo de aparición de los tumores a 10 años o mas (odds ratio 1,3; IC 95%, 0,6 a 2,8). La localización de los tumores para el uso ipsilateral del teléfono móvil (odds ratio 2,4; IC 95%, 01/01 a 05/03), y para el uso contralateral del teléfono móvil (odds ratio 1,2; IC 95%, 0,7-2,2) en donde es un riesgo el uso de celulares por 10 años o más en la aparición de tumores cerebrales, y también la localización de los mismos según la localización ipsilateral y contralateral, siendo el lado ipsilateral el que presenta más riesgo.⁴³

Otros hallazgos en este estudio respecto al glioma (odds ratio 0,6; IC 95%, 0,4-0,9) el cual un riesgo menor o mayor según nuestro estudio. El neuroma acústico Se dio aumentó significativamente (odds ratio 1,7; IC 95%, 1,2-2,3) el cual un riesgo menor o mayor según nuestro estudio. Y en cuanto al meningioma en este estudio (odds ratio 0,8; IC 95%, 0,7 a 0,99). el cual evidencia un riesgo menor según el mismo.⁴³

Al realizar el estudio logramos contar con un total de 8513 casos y 16446 controles de los 7 estudios seleccionados y evaluados permitiendo de esta manera obtener como resultados una evidencia levemente significativa en cuanto a USO (OR de 1.107 con intervalo de confianza entre 0.783 – 1.566) y FRECUENCIA (OR de 1.08 con intervalo de confianza entre 0.938 – 1.262).

Pero al evaluar la variable INTENSIDAD se logra evidenciar un OR significativo en los 2 casos, el cual nos permite sospechar en una asociación ya que la homogeneidad que se presenta en la intensidad con valor máximo en horas menor a 1000 de exposición lo confirman (OR de 1.242 con intervalo de confianza entre 1.065 – 1.449).

En cuanto a la LATERALIDAD cabe resaltar que el valor es significativo en cuanto a variable IPSILATERAL aunque no es confirmatorio debido a la heterogeneidad de los mismos (OR de 1.339 con intervalo de confianza entre 0.934 – 1.919, (Valor Q (grado de libertad=4): 47.611, Valor P: <0.001, I²: 91.599%)

Se observó sesgo de publicación al realizar el análisis de la exposición de acuerdo al criterio de frecuencia ($p < 0,005$), lo que hace necesario un mayor número de estudios que utilicen este criterio para evaluar la consistencia de la asociación entre tumores cerebrales y cáncer.

De igual manera es considerable el posible conflicto de interés que existe en los estudios realizados, ya que algunos estudios como lo es el estudio de INTERPHONE (el más grande de casos y controles) fue patrocinado en una 40% por una industria telefónica.

10.CONCLUSIONES

El estudio evidencia una asociación en cuanto a la intensidad de uso de teléfonos celulares en un tiempo prolongado, confirmado por estudios heterogéneos y homogéneos.

La INTENSIDAD en cuanto a los estudios que presentaban el tiempo en horas de llamada mayor a 1000 horas evidencia un OR de 1.59 con intervalo de confianza entre 1.17 – 2.16 teniendo en cuenta una heterogeneidad en los estudios (Valor Q (grado de libertad=4): 29.99, Valor P: <0.001, I²: 86.662%)

La INTENSIDAD en cuanto a los estudios que presentaban su valor máximo de tiempo en horas de llamada menor a 1000 horas evidencia un OR de 1.242 con intervalo de confianza entre 1.065 – 1.449 teniendo en cuenta que los estudios son homogéneos (Valor Q (grado de libertad=1): 0.093, Valor P: 0.761, I²: 0%)

Las variables USO y FRECUENCIA muestran un OR levemente significativo, motivo por el cual es necesario aumentar el material científico para definir la asociación.

La variable LATERALIDAD es significativo en cuanto a su aparición IPSILATERAL (evidenciado de igual manera en estudios previos), pero no es confirmatorio debido a la heterogeneidad de los mismos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se logra identificar la necesidad en la actualidad por aumentar el material científico para lograr confirmar o descartar la asociación causal en cuanto a los tumores cerebrales y el uso de teléfonos celulares, hasta que esto concluya es necesario continuar con el principio de precaución estipulado por la OMS.

11.RECOMENDACIONES

Se deben hacer e incentivar investigaciones en el campo de los tumores cerebrales asociados al uso de teléfonos celulares con el ánimo de ampliar la información obtenida hasta el momento y dar una relación entre su uso y la presentación de los tumores cerebrales.

Incentivar futuras investigaciones donde se busque la relación del uso de teléfonos celulares con otro tipo de patologías o condiciones que afecten negativamente o/y positivamente la salud de las personas.

Continuar con el PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN estipulado por la OMS.

Fomentar políticas de inclusión y prevención de exposición prolongada a campos electromagnéticos emitidos por los teléfonos celulares, algunas de ellas:

- Uso de manos libres siempre que sea posible.
- No cargar el teléfono celular cerca a la cama o lugar donde se duerme.
- No dormir con el celular encendido.
- Limitar el contacto directo con el celular y prorrogar el inicio de uso de teléfonos celulares en menores de edad.

12. CRONOGRAMA

| | | | | |
|-----------|-----------------------------|---|---|---|
| Mes | Enero | | | |
| Semanas | 18-24 | 25-31 | | |
| Actividad | Búsqueda de posibles temas | Búsqueda de artículos de los temas seleccionado previamente | | |
| Mes | Febrero | | | |
| Semanas | 1-7 | 8-14 | 15-21 | 22-28 |
| Actividad | Leer los artículos | Descartar temas | Selección del tema a trabajar: tumores cerebrales- teléfonos celulares. | Búsqueda activa de artículos en las bases de datos. |
| Mes | Marzo | | | |
| semanas | 29-6 | 7-13 | 14-20 | 21-27 |
| Actividad | Desarrollo del anteproyecto | Presentación del anteproyecto | Elaboración del proyecto | Elaboración de la base de datos según los criterios de inclusión u exclusión |
| Mes | Abril | | | |
| Semanas | 28 de marzo - 3 | 4-10 | 11-17 | 18-1 de mayo |
| Actividad | Análisis de datos | Análisis de datos | Interpretación de datos, elaboración de resultados. | Elaboración de discusión, conclusiones y recomendaciones Presentación del proyecto |

13.PRESUPUESTO

| Artículos | Valor en pesos colombianos |
|--|-------------------------------------|
| Impresiones | 10.000 |
| Transporte | 30.000 |
| Internet | 2.000 |
| Computadores, Tablet y teléfonos celulares | Pertenecientes a los investigadores |
| Tiempo invertido en el trabajo | Aproximadamente 500 horas |
| Total | 42.000 |

14. BIBLIOGRAFÍA

1. DecS: Descriptores Ciencias De La Salud [Internet]. Estados Unidos: DecS; c2015 [citado 1 de octubre 2015]. 1 página.
Disponible en:
<http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decserver/>
2. RAE: Real Academia De La Lengua [Internet]. España: RAE; c2014 [citado 1 de octubre 2015]. 1 página.
Disponible en:
<http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=9wqTCzZLjDXX2JSw6bCG>
3. Motawi T, Darwish H, Moustafa Y, Labib M. Biochemical Modifications and Neuronal Damage in Brain of Young and Adult Rats After Long-Term Exposure to Mobile Phone Radiations. *Cell Biochem Biophys*. 2014;70(2):845-855.
4. Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L et al. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *The Lancet Oncology*. 2011;12(7):624-626.
5. Corredor C, Hernández L, Quiroz L, Quijano C, Medina K, Sarmiento R. CARTOGRAFÍA SOCIAL DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN UNA COMUNIDAD DE LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN BOGOTÁ EN 2010. *MEDICINA (Bogotá)*. 2014;36(3):212-226.
6. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *International Journal of Epidemiology*. 2010;39(3):675-694.
7. Aydin D, Feychting M, Schuz J, Tynes T, Andersen T, Schmidt L et al. Mobile Phone Use and Brain Tumors in Children and Adolescents: A

Multicenter Case-Control Study. JNCI Journal of the National Cancer Institute.

8. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiology*. 2011;35(5):453-464.
9. Stott C Carlos, Albertz A Nicolás, Aedo B Cristian. Neurinoma del acústico (schwanoma vestibular): Revisión y actualización de la literatura. *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello* [Internet]. 2008 Dic [citado 2016 Mar 27]; 68(3): 301-308.
Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162008000400012&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162008000400012>.
10. González Orlandi Yvei, Elizondo Barrier Luis, Junco Martín Reinel, Rojas Manresa Jorge, Duboy Limonta Víctor, Pérez Villafuerte Alberto. Meningioma maligno. *Rev Cubana Cir* [Internet]. 2011 Mar [citado 2016 Mar 27]; 50(1): 108-114.
Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932011000100010&lng=es.
11. Guerrero T Rodrigo, López L Ingeborg, Cartier R Luis. Glioma multifocal multicéntrico. *Rev. chil. neuro-psiquiatr.* [Internet]. 2010 Sep [citado 2016 Mar 27]; 48(3): 213-218.
Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92272010000400006&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92272010000400006>.
12. Deltour I, Auvinen A, Feychting M, et al. Mobile phone use and incidence of glioma in the Nordic countries 1979-2008: consistency check. *Epidemiology*. 2012;23:301-307.

13. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y SALUD PÚBLICA INFORME TÉCNICO ELABORADO POR EL COMITÉ DE EXPERTOS COORDINADOR: Francisco Vargas y Alejandro Úbeda. Barcelona España. 2002.
14. World Health Organization. Research Agenda for Radiofrequency Fields. Geneva: World Health Organization; 2010. Scientific Committee on Emerging and Newly-Identified Health Risks (SCENIHR). Health Effects of Exposure to EMF. Brussels: EC Directorate- General for Health and Consumers; 2009.
15. National Research Council. Research Priorities for Airborne Particulate Matter: I. Immediate Priorities and a Long-Range Research Portfolio. Washington, DC: National Academies Press; 1998.
16. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). GBD Compare. Seattle, WA: IHME, University of Washington, 2015. Available from <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>. (05-04-2016)
17. Maynard AD. Nanotechnology: A Research Strategy for Addressing Risk. Project on Emerging Nanotechnologies PEN 3. Washington, DC: Woodrow Wilson Center for Scholars; 2006.
18. National Science and Technology Council Committee on Technology (CoT), Subcommittee on Nanoscale Science Engineering and Technology (NSET). National Nanotechnology Initiative. Environmental, Health, and Safety Research Strategy. Washington, DC: The National Academies Press; 2011.
19. Schüz J, Elliott P, Auvinen A, et al. An international prospective cohort study of mobile phone users and health (Cosmos): design considerations and enrolment. *Cancer Epidemiol.* 2011;35:37–43.
20. US National Toxicology Program. Cell Phone Radiofrequency Radiation Studies.

Disponible en:

http://www.niehs.nih.gov/health/assets/docs_a_e/cell-phone-june-2011.pdf.

[Accessed 22 November 2011](#).

21. Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, et al. Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *JAMA*. 2011;305:808–813.

International Agency for Research on Cancer. Preamble. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Lyon, France: World Health Organization; 2006.

22. Motawi, T., Darwish, H., Moustafa, Y. and Labib, M. (2014). Biochemical Modifications and Neuronal Damage in Brain of Young and Adult Rats After Long-Term Exposure to Mobile Phone Radiations. *Cell Biochem Biophys*, 70(2), pp.845-855.

23. Myung, S., Ju, W., McDonnell, D., Lee, Y., Kazinets, G., Cheng, C. and Moskowitz, J. (2009). Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis. *Journal of Clinical Oncology*, 27(33), pp.5565-5572.

24. Aydin, D., Feychting, M., Schuz, J., Tynes, T., Andersen, T., Schmidt, L., Poulsen, A., Johansen, C., Prochazka, M., Lannering, B., Klæboe, L., Eggen, T., Jenni, D., Grotzer, M., Von der Weid, N., Kuehni, C. and Roosli, M. (2011). Mobile Phone Use and Brain Tumors in Children and Adolescents: A Multicenter Case-Control Study. *JNCI Journal of the National Cancer Institute*, 103(16), pp.1264-1276.

25. Hardell, L. (2013). 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*.

26. Hardell, (2011). Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol*, 38(5).

27. Cardis, E., Armstrong, B., Bowman, J., Giles, G., Hours, M., Krewski, D., McBride, M., Parent, M., Sadetzki, S., Woodward, A., Brown, J., Chetrit, A., Figuerola, J., Hoffmann, C., Jarus-Hakak, A., Montestrucq, L., Nadon, L.,

- Richardson, L., Villegas, R. and Vrijheid, M. (2011). Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(9), pp.631-640.
28. Ha, M., Im, H., Lee, M., Kim, H., Kim, B., Gimm, Y. and Pack, J. (2007). Radio-Frequency Radiation Exposure from AM Radio Transmitters and Childhood Leukemia and Brain Cancer. *American Journal of Epidemiology*, 166(3), pp.270-279.
29. Cooke, R., Laing, S. and Swerdlow, A. (2010). A case–control study of risk of leukaemia in relation to mobile phone use. *Br J Cancer*, 103(11), pp.1729-1735.
30. Hardell, L. (2013). Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. *Int J Oncol*.
31. Elliott, P., Toledano, M., Bennett, J., Beale, L., de Hoogh, K., Best, N. and Briggs, D. (2010). Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study. *BMJ*, 340(jun22 1), pp.c3077-c3077.
32. Kan, P., Simonsen, S., Lyon, J. and Kestle, J. (2007). Cellular phone use and brain tumor: a meta-analysis. *J Neurooncol*, 86(1), pp.71-78.
33. Schüz, J., Elliott, P., Auvinen, A., Kromhout, H., Poulsen, A., Johansen, C., Olsen, J., Hillert, L., Feychting, M., Fremling, K., Toledano, M., Heinävaara, S., Slottje, P., Vermeulen, R. and Ahlbom, A. (2011). An international prospective cohort study of mobile phone users and health (Cosmos): Design considerations and enrolment. *Cancer Epidemiology*, 35(1), pp.37-43.
34. Thomée, S., Härenstam, A. and Hagberg, M. (2011). Mobile phone use and stress, sleep disturbances, and symptoms of depression among young adults - a prospective cohort study. *BMC Public Health*, 11(1), p.66.
35. den Bulck, J. (2007). Adolescent Use of Mobile Phones for Calling and for Sending Text Messages After Lights Out: Results from a Prospective Cohort

Study with a One-Year Follow-Up. PEDIATRIC SLEEP AND DAYTIME FUNCTIONS, 30(9), pp.1220-1223.

36. Del Risco Kollerud, R., Blaasaas, K. and Claussen, B. (2014). Risk of leukaemia or cancer in the central nervous system among children living in an area with high indoor radon concentrations: results from a cohort study in Norway. *Br J Cancer*, 111(7), pp.1413-1420.
37. Frei, P., Poulsen, A., Johansen, C., Olsen, J., Steding-Jessen, M. and Schuz, J. (2011). Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study. *BMJ*, 343(oct19 4), pp.d6387-d6387.
38. Feychting, M. (2011). Mobile phones, radiofrequency fields, and health effects in children – Epidemiological studies. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 107(3), pp.343-348.
39. Palacio-Vieira, J., Villalonga-Olives, E., Valderas, J., Espallargues, M., Herdman, M., Berra, S., Alonso, J. and Rajmil, L. (2008). Changes in health-related quality of life (HRQoL) in a population-based sample of children and adolescents after 3 years of follow-up. *Qual Life Res*, 17(10), pp.1207-1215.
40. Volkow, N. (2011). Effects of Cell Phone Radiofrequency Signal Exposure on Brain Glucose Metabolism. *JAMA*, 305(8), p.808.
41. |GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS (UP TO 300 GHz). (1997). *Health Physics*, 74(4), pp.494-522.
42. Baliatsas, C., Van Kamp, I., Lebet, E. and Rubin, G. (2012). Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): A systematic review of identifying criteria. *BMC Public Health*, 12(1), p.643.
43. HARDELL, L., CARLBERG, M., SÖDERQVIST, F. and HANSSON MILD, K. (2008). Meta-analysis of long-term mobile phone use and the association with brain tumours. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ONCOLOGY*, 32, pp.1097-1103.

44. Morgan, L., Miller, A., Sasco, A. and Davis, D. (2015). Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen (2A) (Review). *Int J Oncol*.
45. Coureau, G., Bouvier, G., Lebailly, P., Fabbro-Peray, P., Gruber, A., Leffondre, K., Guillamo, J., Loiseau, H., Mathoulin-Pelissier, S., Salamon, R. and Baldi, I. (2014). Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(7), pp.514-522.
46. Little, M., Rajaraman, P., Curtis, R., Devesa, S., Inskip, P., Check, D. and Linet, M. (2012). Mobile phone use and glioma risk: comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States. *BMJ*, 344(mar08 1), pp.e1147-e1147.
47. Samet, J., Straif, K., Schüz, J. and Saracci, R. (2014). Commentary. *Epidemiology*, 25(1), pp.23-27.
48. Swerdlow, A., Feychting, M., Green, A., Kheifets, L. and Savitz, D. (2011). Mobile Phones, Brain Tumors, and the Interphone Study: Where Are We Now?. *Environ Health Perspect*, 119(11), pp.1534-1538.
49. Vijayalaxmi, and Prihoda, T. (2014). Mobile Phones, Non-Ionizing Radiofrequency Fields and Brain Cancer: Is There an Adaptive Response?. *Dose-Response*, 12(3), pp.509-514.
50. Shirai, T., Imai, N., Wang, J., Takahashi, S., Kawabe, M., Wake, K., Kawai, H., Watanabe, S., Furukawa, F. and Fujiwara, O. (2014). Multigenerational effects of whole body exposure to 2.14 GHz W-CDMA cellular phone signals on brain function in rats. *Bioelectromagnetics*, 35(7), pp.497-511.
51. Ortega-Garcia, J., Martin, M., Navarro-Camba, E., Garcia-Castell, J., Soldin, O. and Ferrís-Tortajada, J. (2009). Pediatric Health Effects of Chronic Exposure to Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields. *Current Pediatric Reviews*, 5(4), pp.234-240.

52. Sudan, M., Kheifets, L., Arah, O., Olsen, J. and Zeltzer, L. (2012). Prenatal and Postnatal Cell Phone Exposures and Headaches in Children. *The Open Pediatric Medicine Journal*, 6, pp.46-52.
53. Benson, V., Pirie, K., Schuz, J., Reeves, G., Beral, V. and Green, J. (2013). Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers: prospective study. *International Journal of Epidemiology*, 42(3), pp.792-802.
54. De Vocht, F. (2013). The case of acoustic neuroma: Comment on: Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers. *International Journal of Epidemiology*, 43(1), pp.273-274.
55. Sage, C. and Carpenter, D. (2009). Public health implications of wireless technologies. *Pathophysiology*, 16(2-3), pp.233-246.
56. Buchner, K. and Eger, H. (2011). Changes of Clinically Important Neurotransmitters under the Influence of Modulated RF Fields—A Long-term Study under Real-life Conditions. *BUCHNER K, EGER H*, 24(1), pp.44-57.
57. Rössli, M., Frei, P., Mohler, E. and Hug, K. (2010). Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. *Bulletin of the World Health Organization*, 88(12), pp.887-896F.
58. Huss, A., Egger, M., Hug, K., Huwiler-Müntener, K. and Rössli, M. (2007). Source of Funding and Results of Studies of Health Effects of Mobile Phone Use: Systematic Review of Experimental Studies. *Environmental Health Perspectives*, 115(1), pp.1-5.
59. Eger, H., Hagen, K., Lucas, B., Vogel, P. and Voit, H. (2004). The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer. *umwelt-medizin-gesellschaft*, 17(4), pp.1-7.
60. Lauritsen JM, Bruus M, Myatt MA. An extended tool for validated dataentry and documentation of data. The EpiData Association, Odense Denmark 2001. (v2.x).

15.ANEXOS

CD base de datos (Tumores cerebrales por exposicion a campos electromagneticos asociado al uso de telefonos celulares: un metanalis de estudios observacionales)