

... sobre los estudios que investigan los efectos de las emisiones de las antenas de telefonía móvil sobre la salud de las personas.

Introducción general

Una de las principales tareas que realiza el **CCARS** es promover el conocimiento científico de las radiofrecuencias y sus efectos sobre la salud. Su actividad principal es analizar y evaluar la calidad, la validez y la utilidad de los datos aportados por la evidencia científica (Lectura Crítica). El resultado de este trabajo es emitir recomendaciones basadas en los hallazgos obtenidos por los estudios de una elevada calidad metodológica.

El volumen de estudios que se publican en revistas científicas es enorme pero la calidad científica de los artículos de investigación es muy variada.

Hay un exceso de publicación de artículos por la necesidad de aumentar el CV o por ser un criterio de evaluación y rendimiento académico y profesional. La importancia de tener en cuenta la calidad de los estudios a la hora de sintetizar información para la toma de decisiones radica en que actuar en función de pruebas científicas inválidas o incorrectas es probablemente peor que actuar sin pruebas.

La calidad de la evidencia o calidad de los estudios científicos es la confianza en que los sesgos potenciales del desarrollo del estudio hayan sido señalados de forma adecuada y que los resultados y las recomendaciones sean válidos tanto interna como externamente.

Se han publicado guías y recomendaciones muy útiles para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos¹ y artículos científicos originales en ciencias de la salud².

También existen herramientas muy específicas para la evaluación de la calidad de estudios epidemiológicos transversales que deben facilitar la lectura crítica, la valoración de su contenido respecto a la validez interna, la precisión y la utilidad de sus resultados³.

Estos instrumentos de medida de la calidad de la evidencia científica se presentan como unas herramientas útiles, exhaustivas y sencillas de utilizar para obtener y sintetizar la información necesaria. Dentro del proceso de revisión sistemática, la lectura crítica de la evidencia nos permite analizar la calidad o validez de las pruebas científicas para respaldar la toma de decisiones por las autoridades competentes.

De forma esporádica se publican noticias sobre ciudadanos que atribuyen a las antenas de telefonía móvil una amplia gama de problemas de salud, recientemente en una comisaría de policía local.

Algunos de los estudios que se publican sobre este tema suelen ser de muy baja calidad metodológica, no permiten obtener conclusiones válidas, pero provocan una percepción del riesgo elevada, generan temores y una alarma injustificada. Son trabajos observacionales basados en encuestas domiciliarias en poblaciones sensibilizadas en contra de la instalación de antenas.

Una parte importante de estos trabajos no aporta ninguna evidencia novedosa o relevante y carecen de validez. En el contexto de la epidemiología, la **validez se refiere a la ausencia de sesgo o error**.

Hay dos tipos de validez:

- a) **la validez interna**, que se refiere principalmente a los errores cometidos durante el proceso de selección de la población de estudio, durante las mediciones que se realizan en dicha población o a errores ocasionados por la falta de comparabilidad de los grupos estudiados.
- b) **la validez externa**, que se refiere a la capacidad del estudio de generalizar los resultados observados en la población en estudio hacia la población objetivo.

Un ejemplo de este tipo de estudios se publicó en febrero de 2021⁴.

Los informes de los estudios observacionales a menudo poseen una calidad insuficiente, lo que dificulta la evaluación de sus fortalezas y debilidades para generalizar los resultados.

Para aumentar la calidad de las publicaciones de los estudios observacionales se aprobó la *Strenghtening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE)⁵.

La Declaración STROBE^{6,7}, proporciona a los autores información sobre cómo mejorar la calidad de los artículos sobre estudios observacionales y facilita a los revisores, editores de revistas y lectores su apreciación crítica y su interpretación. Los estudios que se siguen estas directrices tienen más garantías sobre su calidad metodológica.

En función de estos criterios el CCARS ha revisado el citado artículo⁴ con el objetivo de aclarar la validez interna y externa de este trabajo y otros similares de tipo observacional (transversal). Esperamos que nuestra revisión, con un objetivo crítico constructivo, contribuya a mejorar la calidad metodológica de estudios similares para que sus resultados sean de utilidad para la toma de decisiones en salud pública.

A continuación, se analiza el contenido de cada apartado del artículo y se formulan recomendaciones para mejorar la calidad de este tipo de estudios observacionales.

Título y Resumen

La alusión al 5G es confusa y no tiene justificación respecto al principal objetivo del estudio.

El concepto utilizado en el título de "*Epidemiological indicators*" es demasiado general, no informa del objeto del estudio, confunde el concepto de indicador epidemiológico con una serie de síntomas clínicos inespecíficos que son bastante frecuentes en la población general.

El trabajo es una simple encuesta domiciliaria que ha recogido síntomas auto percibidos, o quejas de salud inespecíficas y subjetivas, mediante un cuestionario no validado contestado por personas que habían manifestado su malestar con respecto a las antenas. No se han investigado indicadores epidemiológicos. La inclusión de "*real time*" es inadecuada pues se realizaron medidas en dos periodos de tiempo y de corta duración de 10 minutos.

No se aclara que tipo de radiación o en que rango de frecuencias, ni que el estudio se realizó con valores pico, con medidas muy cortas de 10 minutos en periodos de medida muy breves que no tuvieron en cuenta la variabilidad espacio temporal de estas señales.

En los objetivos del estudio se usan las palabras "*Health indicators and electromagnetic radiation measurements*", sin embargo, no hay datos relevantes con tasas (estandarizadas), proporciones o porcentajes comparables.

De esta manera:

- No se define el tipo de análisis estadístico previo, ni los test de contraste de hipótesis. Dar valores de "p" no aporta nada relevante.
- No tiene justificación incluir una alusión al cáncer cuando no es objeto del estudio, genera confusión y alarmismo injustificado.

- No se puede comparar una muestra de 268 personas con toda la población española.
- No se definen las variables dependientes e independientes.
- No se aclara que significa "*exposición más alta*". Se indica que se realizaron 105 medidas, pero no se indica la duración ni las ubicaciones, tampoco los criterios de selección de esos puntos ni su distribución.
- No se aclara el diseño o tipo de estudio con un término habitual y reconocible. Este trabajo es una simple encuesta a personas previamente sensibilizadas por los hipotéticos efectos de las antenas de telefonía móvil.
- No hay un apartado específico de conclusiones, que es obligatorio en el resumen, que facilite la lectura.
- Las conclusiones se han incluido en el apartado de discusión y no se cuestiona el sesgo de selección de la muestra.

Introducción

En este apartado se debe describir la fase conceptual, las experiencias y conocimientos recientes (bibliografía actualizada), dar respuestas al qué y por qué de la investigación, justificar las medidas adoptadas, formular los objetivos, el alcance y las limitaciones de este tipo de estudios.

Estos criterios de calidad no se cumplen en este apartado.

Una de las limitaciones más importantes es el origen que motivó su realización: confirmar unas sospechas no respaldadas por las evidencias científicas.

Este estudio se realizó a petición de una asociación de vecinos de Madrid (Colonia Fontarrón, Vallecas) preocupada por la proximidad de las antenas a sus viviendas.

En 2018, en la página web “**El Portal Vallecas**” se recoge lo siguiente:

“Los vecinos del barrio de Fontarrón están preocupados por el aumento de casos de cáncer que se están dando en su vecindad desde hace varios años. Los vecinos denuncian desde hace tiempo la posible relación de este aumento de casos de cáncer a la alta concentración de antenas de telefonía móvil, ubicadas en la calle Ramón Pérez de Ayala 1, 3, 92, 94 y calle Pío Felipe, 12. La Asociación de vecinos de Fontarrón tiene localizadas 28 antenas, operadas por varias compañías de telefonía y con diferentes herramientas han ido realizando mediciones de los niveles de radiación y campos electromagnéticos en diferentes puntos y alturas de los edificios del barrio, obteniendo valores altísimos con respecto a los índices recomendables para la salud. Existe «una gran preocupación» por el alto número de casos de leucemia, cánceres y tumores en los residentes de los edificios de estas calles”.

Hacen mención, sin referenciar ninguno, a los numerosos estudios sobre los múltiples efectos cancerígenos de las RF.

Es evidente que existen unas creencias previas de esa Asociación vecinal sobre la peligrosidad de los efectos de la RF sobre la salud, por lo tanto, los vecinos encuestados tendrán una predisposición (sesgo) a confirmar los riesgos anticipados por la asociación, esta es una seria limitación de la validez del estudio.

El objetivo del estudio es muy vago e impreciso, no se definen las variables dependientes e independientes.

No se identifica el marco teórico de la investigación, se mezclan temas que **no tienen una relación directa con el estudio**: clasificación 2b de IARC, los límites de exposición en varios países, no recoge el RD1006/200, ni la Ley de Telecomunicaciones de 2014, número de teléfonos móviles en el mundo, etc.

Se cita un porcentaje de casos de prevalencia de cáncer (5,6%) sin confirmar mediante alguna prueba objetiva (Por ejemplo: historia clínica revisada por personal sanitario) sin distinguir tipo, edad, sexo, localización del tumor, etc. y se compara con casos de incidencia anual, sin tener en cuenta que este tipo de comparaciones solo se pueden hacer con tasas específicas y estandarizadas no con un porcentaje cuyo denominador es toda la población española.

La preocupación social por la posible relación entre exposición a antenas de telefonía móvil y casos de cáncer es recurrente (Valladolid, Canarias, Madrid) y ya ha sido estudiada en nuestro país. El Centro Nacional de Epidemiología publicó⁸ un trabajo de investigación sobre una supuesta agregación o conglomerado de casos de cáncer (cluster, en inglés) en las proximidades de una antena de telefonía móvil en Madrid.

A pesar de realizar mediciones de los niveles de exposición radioeléctrica y que esta cumplía la legislación vigente los vecinos exigieron realizar una investigación epidemiológica que debería disipar todas las dudas y temores sobre este tipo de instalaciones.

El estudio se realizó como respuesta a la demanda de unos vecinos del casco antiguo de un municipio de Madrid que asociaban casos de cáncer con la presencia de una antena de telefonía móvil y un transformador eléctrico, próximos entre sí, que estaban instalados desde el año 1990.

Los tumores estudiados fueron los de mama, colon-recto y pulmón. Se diseñó un estudio de cohortes retrospectivo, la información se obtuvo mediante encuesta domiciliaria en el área de estudio que abarcó los edificios colindantes a la antena y el transformador. Después de analizar la información recogida se compararon los casos observados con los esperados.

La metodología utilizada fue la recomendada por los CDC (Center for Disease Control. Atlanta- USA).

Este tipo de denuncias sobre aumentos percibidos (teóricos) del número de tumores son relativamente frecuentes en algunos ciudadanos que se oponen a la instalación de antenas de telefonía móvil. La alarma generada por estas denuncias suele tener un amplio eco en los medios de comunicación.

La conclusión de este estudio epidemiológico fue:

"no se ha encontrado un aumento significativo de casos de cáncer en la cohorte (personas estudiadas) y las localizaciones tumorales identificadas son las que se espera que aparezcan en la población de estudio".

Este trabajo observó que no hay relación entre vivir en la proximidad de una antena de telefonía móvil. La lectura previa de este trabajo y otros similares puede evitar seguir cometiendo los mismos errores cuando se pretende investigar estas asociaciones.

La mayoría de las referencias bibliográficas del apartado de introducción no son pertinentes con el objeto de investigación, no están actualizadas, están elegidas de forma selectiva e interesada (cherry picking) y no permiten respaldar el motivo de investigación.

Veamos algunos ejemplos:

La introducción comienza con una afirmación que no tiene sentido al asociar de manera inequívoca el incremento de la exposición a los avances en las tecnologías de la información aportando, además, una cita de 2007.

Existen números estudios y revisiones sistemáticas que han evaluado la exposición personal a CEM que no se han incluido en la introducción.

La cita de Renke and Chavan, 2014⁹ indica un incremento en las funciones celulares que no se evalúa en el artículo, ya que se trata de una revisión narrativa sobre niveles de exposición de muy baja calidad y no reproducible, además de antigua, la revista no está indexada en Web of Knowledge.

La referencia de Renke and Chavan, en realidad es un estudio de mediciones de niveles de exposición de antenas de telefonía, realizado en la India, que no permite ser utilizado para afirmar que *".. las radiaciones no ionizantes podrían afectar al funcionamiento y fisiología del cuerpo humano en términos que todavía están bajo estudio tales como la promoción del estrés oxidativo"*. Se trata de una referencia inadecuada, injustificada y de muy baja calidad.

Igualmente, la referencia a Wiedemann and Schütz (2011) que es un trabajo publicado en la revista Wiener Medizinische Wochenschrift, no indexada en JCR hasta 2020, pretende justificar la idea, importante por otra parte, de la necesidad de realizar estudios epidemiológicos para comprobar la posible relación entre CEM y salud, pero el estudio es una revisión narrativa que llega a la conclusión de que *"no encuentran evidencia o ésta es insuficiente para sugerir que los CEM son un factor de riesgo para niños"*. Una vez más, se utiliza una referencia para intentar justificar un argumento que no concuerda con el contenido del artículo.

En relación con el cáncer hay numerosas confusiones. La incidencia es el número de casos nuevos de una enfermedad en un periodo determinado. Se expresa en números absolutos de casos nuevos en un año o como una tasa (Nº casos nuevos /100.000 personas/año).

No se puede comparar con casos prevalentes: la proporción de la población que padece una enfermedad en un periodo determinado.

La prevalencia de 5.6 % en la muestra (no sabemos qué tipos de cáncer) es irrelevante, alarmista y no comparable con los casos nuevos de todo el país.

Se afirma que **IARC** clasificó los campos electromagnéticos (CEM) producidos por las estaciones base como posible carcinógeno para los humanos (2B). Sin embargo, la lectura del comunicado de prensa, el artículo y la monografía de IARC¹⁰ (ver página 405 y 412) en ningún momento permite respaldar esta afirmación. En esta monografía se afirma: *"Together, these studies provide no indication that environment exposure to RF radiation increases the risk of brain tumours". No conclusions could be drawn on the risk of leukemia of Lymphoma from environmental exposure to RF radiation"*.

Respecto a otros tumores, según la IARC, la evidencia fue desinformativa (equivoca o ambigua).

La clasificación 2B (igual que la del café) se hizo en función de algunos resultados de estudios caso-control (Hardell e Interphone) que asociaron un aumento de incidencia de gliomas en usuarios intensivos de teléfonos móviles (esencialmente con tecnología GSM).

Por lo tanto, no es cierto que la IARC clasificara a las antenas como carcinógeno tipo 2B.

En la página 158 de esta monografía de IARC se señala que *"... es difícil asumir que la clasificación de la exposición basada en mediciones de distancias a las antenas sea útil salvo que incluyan validaciones de las medidas. Es decir, una correcta dosimetría (dosis-efecto) que es el verdadero problema que debemos superar para poder establecer relaciones entre exposición y efectos sobre la salud"*.

La cita de Havas 2017 no tiene relación con el objetivo del artículo, se refiere a una especulación sobre procesos celulares derivados de la exposición a los teléfonos móviles y no a las antenas. No es un estudio que haya demostrado un mecanismo biofísico, es una carta al editor de la revista con opiniones no basadas en evidencias ni aceptadas por la comunidad científica.

El artículo de Belpomme et al 2018 no sirve para justificar o actualizar la evidencia, lo mismo ocurre con las citas de Belyaev et al 2018 que es un resumen de "Bionitiative report".

Lo mismo puede afirmarse de Navarro et al 2003 y Oberfeld 2004, estudios anticuados, realizados en La Ñora (Murcia) con las mismas limitaciones metodológicas que no aportan ninguna evidencia científica y no sirven para actualizar el conocimiento ni para justificar realizar un estudio en Vallecas.

Es una prueba más de la selección selectiva de citas para justificar opiniones. El informe Bioinitiative es una selección interesada que ha sido ampliamente criticada por la comunidad científica.

No es apropiado describir el número de teléfonos móviles que hay en el mundo cuando el objetivo de estudio es medir la exposición a la exposición ambiental de las emisiones de antenas de telefonía móvil.

Se indica en la introducción que se han realizado pocos estudios comparando la percepción de síntomas y medidas in situ, pero las referencias aportadas: Belpomme et al., 2018; Belyaev et al., 2016; Navarro et al., 2003; Oberfeld et al., 2004, una vez más, no se corresponden con esta afirmación pues no realizan ni plantean nada parecido.

La última referencia es una comunicación en un congreso, no publicada y, por tanto, sin haber sido revisada por pares. En este sentido, Boogers et al., 2018¹¹, hicieron un estudio con unos objetivos similares a los planteados, pero que no se cita.

Para realizar este estudio, comparar exposición personal y síntomas inespecíficos, se realizaron medidas durante tres semanas. No obstante, en este estudio la muestra era muy limitada, siete individuos que atribuían los síntomas a la exposición.

La comparación entre número de móviles o puntos de acceso WiFi se compara con el acceso a la electricidad o el agua potable lo cual es completamente inadecuado, no justifica nada ni aporta nada a la contextualización y justificación de los objetivos del estudio.

Se debería hacer referencia a Dongus, 2021¹², una revisión sistemática sobre posibles efectos de las WiFi sobre la salud en la que concluyen que no existen, aunque es posterior a la publicación de este artículo, los artículos incluidos en la revisión no lo son.

En este sentido, se indica que Bélgica decidió eliminar las WiFi de los colegios para limitar la exposición de los menores de 16 años. Para justificar esta afirmación se recurre a la cita de Iyare et al., (2019), un estudio de exposición personal enfocado a la banda de telefonía móvil de 900 MHz y no de WiFi, en el que no se hace referencia a alguna a redes inalámbricas en escuelas.

En la 2ª encuesta de la Unión Europea¹³ sobre uso de nuevas tecnologías en Europa, no se indica que Bélgica haya tomado esta decisión (2015) y sí que participa en programas de promoción de uso de tablets y teléfonos móviles en las aulas.

Respecto a la cita de Rössli et al. 2010¹⁴ no es coherente con la afirmación que se recoge en el artículo sobre la necesidad de analizar indicadores de salud. La conclusión principal del artículo de Rössli et al. 2010 es que la “*exposición personal a CEM-RF depende de los niveles de exposición en el ambiente, del comportamiento individual respecto al uso de los sistemas inalámbricos*” (Ej. WLAN, teléfonos inalámbricos) y el tiempo invertido en diferentes microambientes: como se ilustra en el siguiente gráfico (página 6).

Estos factores del estudio de de Rössli no se han tenido en cuenta. Un claro ejemplo de esa selección interesada es el haber obviado otro trabajo de Rössli¹⁵ posterior, una revisión sistemática sobre posibles efectos sobre la salud de la exposición a CEM de antenas de telefonía móvil concluyó que “*In conclusion, our review does not indicate an association between any health outcome and radiofrequency electromagnetic field exposure from MPBSs at levels typically encountered in people’s everyday environment*”.

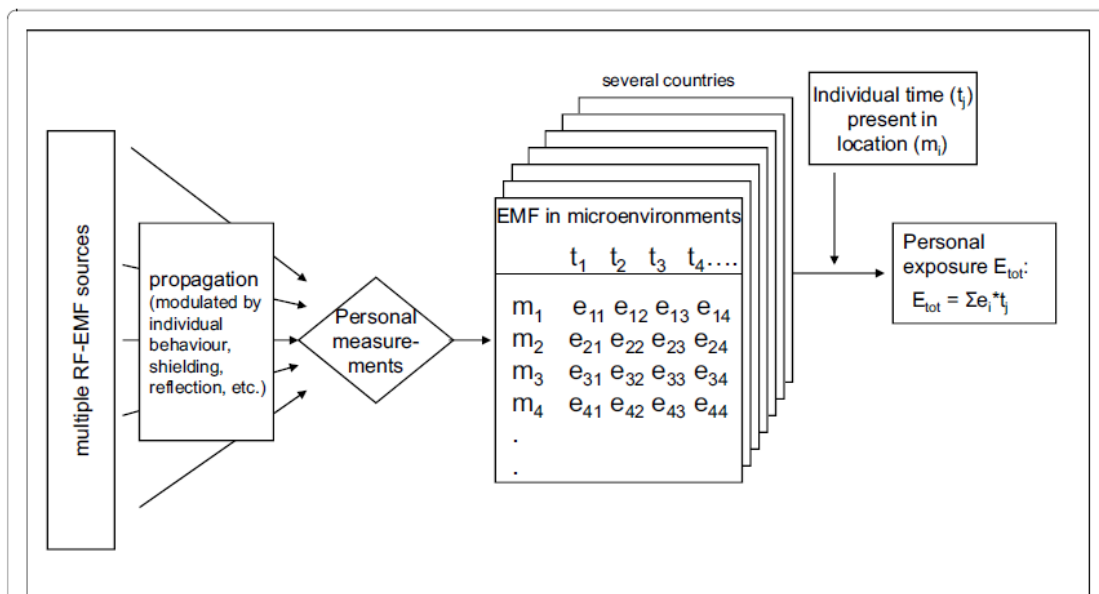


Figure 1 Personal exposure. The relation between emissions from RF-EMF, personal measurements, exposure levels (e_{*ij*}) in different microenvironments (m_{*i*}), time spent at different microenvironments (t_{*j*}) and personal exposure (E_{tot}).

Hay un evidente sesgo de inclusión selectiva (*cherry picking*) de referencias bibliográficas para justificar las creencias de los autores sobre los riesgos de los CEM y excluir los numerosos y mayoritarios estudios que las contradicen.

A continuación, se indica que el *ICNIRP* no ha revisado sus recomendaciones desde 1998 lo que es falso, ya que en 2020 se publicó una nueva revisión¹⁶.

La cita de Matthes et al. se utiliza para justificar una posible asociación entre exposición y síntomas pero es de 1999. Una vez más se intenta argumentar con bibliografía antigua y desactualizada. Después se recurre a una cita de Havas (2017) que ya se ha comentado anteriormente.

Se aportan diferentes límites de exposición de diferentes países y ciudades que no son utilizados ni justifican nada ya que son ajenos al estudio, además se indican en unidades de $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ cuando en todo el estudio se usa $\mu\text{W}/\text{m}^2$, por lo que su comparación es torticera al presentar valores y límites en diferentes órdenes de magnitud. Y, a pesar de aportar estos valores en la introducción, en los resultados o discusión no se comparan los valores registrados con ellos, cuando en muchos casos esos máximos estarán entre 1000 y 100000 veces por debajo.

Se deberían incluir estudios de exposición personal, por ejemplo, dos revisiones sistemáticas como Jalilian et al., 2019¹⁷ y Sagar et al., 2018¹⁸ en las que se comparan metodologías ampliamente aceptadas para la evaluación de la exposición que no sólo no justifican la metodología elegida en el estudio, sino que la contradicen.

Para justificar la necesidad de estudios para evaluar esos "indicadores de salud" se recurre a la cita de Röösl et al., (2010) en el que se propone un protocolo para la realización de medidas mediante exposímetros que ni se explica ni se aplica, cuando ha servido para normalizar la metodología en numerosos estudios de evaluación de la exposición que, como ya se ha señalado, no se usa en este estudio, ni se comenta.

En la introducción se hace referencia a "*la mayoría de estudios*" que evalúan efectos sobre la salud, incluyen parámetros relacionados con el cáncer, pero no se proporcionan citas que justifiquen esta afirmación.

Se pretende, a renglón seguido, insinuar una relación al proporcionar los datos de incidencia de cáncer en España, con datos globales sin desagregar por tipo de tumor, edad, sexo, etc.

Finalmente, se propone un objetivo ambiguo, no justificado ni argumentado en la introducción, en la que se pretende llegar a una relación de causalidad sin describir los sesgos, utilizando una muestra sesgada que ya manifestó sus preocupaciones por estas radiaciones y mediante una encuesta no validada para comparar con medidas realizadas mediante analizadores de espectro y sin realizar un estudio completo por banda de frecuencia.

Metodología

En este apartado se deben exponer las variables predictoras (exposición), el resultado esperado y las potenciales variables de confusión o modificadoras.

Se debe justificar el tamaño de la muestra a la luz de objetivo del estudio, su diseño, los criterios de selección de los participantes (inclusión y exclusión) del método de muestreo y del análisis estadístico de los datos apropiado al tipo de estudios.

Hay que considerar los riesgos de memoria de los participantes, patologías previas (años de evolución de la enfermedad) y sesgo del entrevistador por conocimiento de la exposición o del problema de salud.

Los instrumentos de medición (cuestionarios) deben ser fiables y adecuados (citar los estudios) que lo analizaron).

Ya se han citado las directrices STROBE, conviene recordar que los estudios epidemiológicos bien diseñados deben incluir, al menos, tres pilares básicos¹⁹:

- Una apropiada selección de los participantes
- Una apropiada medida de las variables
- Un control apropiado de los factores de confusión.

Los estudios basados en encuestas y especialmente los que usan cuestionarios no validados, tienen serias limitaciones metodológicas (sesgos).

Los **sesgos de selección** pueden ocurrir en cualquier estudio epidemiológico, sin embargo, ocurren con mayor frecuencia en estudios retrospectivos y, en particular, en estudios transversales o de encuesta.

Los resultados derivados de estudios observacionales están potencialmente influenciados por el **sesgo de confusión** que puede resultar en una sobre o subestimación de la asociación real.

Existe sesgo de confusión cuando observamos una asociación no causal entre la exposición y el evento en estudio o cuando no observamos una asociación real entre la exposición y el evento en estudio por la acción de una tercera variable que no es controlada.

Esta(s) variable(s) se denomina(n) factor(es) de confusión o confusor (es). Los resultados de un estudio estarán confundidos cuando los resultados obtenidos en la población en estudio apoyan una conclusión falsa o espuria sobre la hipótesis en evaluación, debido a la influencia de otras variables, que no fueron controladas adecuadamente, ya sea durante la fase de diseño o de análisis. Existen estrategias para reducir los factores de confusión²⁰.

Un diseño de corte transversal (puntual en el tiempo), de correlación, no permite establecer la relación temporal entre la exposición (indirecta) a CEM y las variables de salud. Por tanto, no proporciona evidencia causal de las posibles asociaciones encontradas.

Como ya se ha señalado, el estudio se realizó por la demanda de un colectivo alarmado y activista, luego es muy factible que algunos los vecinos de la zona probablemente conocieran los objetivos del estudio.

Es muy posible que las personas encuestadas que estaban más cerca de las instalaciones de telefonía hayan podido sobreestimar los síntomas subjetivos incluidos en el cuestionario (dolor de cabeza, fatiga, dificultades al dormir, etc.).

Una de las debilidades más importantes es el cuestionario, elaborado por los autores, que no ha sido validado para saber su fiabilidad por lo que su validez es desconocida. En estos casos se recomienda usar cuestionarios sobre estos síntomas ampliamente usados en la literatura, y con propiedades métricas conocidas, o mediciones objetivas de algunas variables, como el sueño.

Los investigadores no consideran **variables alternativas a los CEM** como posible explicación a las asociaciones observadas; por ejemplo, la situación de desempleo, ocupación, situación familiar, la red y apoyo social, la salud mental, enfermedades previas, actividad física realizada, exposiciones laborales, etc.

Estas variables deberían haberse tenido en cuenta en el diseño y análisis del estudio, como no se hizo no es posible excluir que las asociaciones observadas se deban a alguna de estas variables y no a los CEM.

En cuanto a los síntomas incluidos en el cuestionario (*dolores de cabeza, mareos, desmayos, taquicardias, hábitos de sueño y cansancio*) hay que señalar que tienen un gran componente subjetivo, son difíciles de objetivar y cuantificar. El término "instability" no se sabe a qué corresponde: ¿a tener mareos, vértigos, dificultad para andar?

No se demuestra que exista una relación directa con las RF y los síntomas que pueden deberse a múltiples causas. Además, estos síntomas son mucho más frecuentes a mayor edad y en personas con enfermedades crónicas si revisamos fuentes oficiales de información.

En el cuestionario se incluyó una pregunta sobre el tiempo que las personas han estado viviendo en sus viviendas, sin embargo, esta variable, que puede tener un impacto en los resultados no se menciona ni se analiza en ningún apartado del artículo.

Las preguntas sobre cansancio y fatiga son muy confusas y subjetivas, no incluyen ningún criterio de baremación objetiva. La edad y las enfermedades previas influyen directamente en estos síntomas pero no se analizan.

Antes de realizar este tipo de estudios con encuestas a vecinos alarmados conviene revisar otras fuentes de información más fiables y contrastadas. El INE²¹ y el Ministerio de Sanidad realizan encuestas con metodología estandarizada y comparable.

La **Encuesta Europea de Salud en España** del año 2020 y la **Encuesta Nacional de Salud** del año 2017 aportan información sobre Enfermedades crónicas o de larga evolución. Según la Encuesta Europea de Salud en España 2020 los problemas de salud crónicos padecidos por las personas mayores de 15 años son distintos en hombres que en mujeres.

Los más frecuentes para las mujeres son la artrosis (excluyendo artritis) (19,7%), la tensión alta (19,1%) y el dolor de espalda crónico lumbar (17,1%). Y para los hombres, la tensión alta (19,0%), el colesterol alto (15,5%) y el dolor de espalda crónico lumbar (10,1%).

El 49,3 % de hombres y el 59,1% de mujeres de 15 y más años tienen alguna enfermedad o problema de salud crónico percibido, y estos porcentajes se incrementan a medida que aumenta la edad, siendo superiores en las mujeres para todos los grupos de edad.

Estas patologías están directamente relacionadas con los síntomas que se incluyen en este tipo de estudios en las cercanías de las antenas de telefonía móvil y es muy probable que sientan síntomas como los mareos, dolor de cabeza, fatiga o cansancio, aunque estuvieran expuestos a una exposición nula.

Por último, los resultados pueden calificarse como una “expedición de pesca” en las que se encuentran asociaciones para 6 de las 18 variables estudiadas, sin que hubiera una hipótesis previa sobre cuáles de esas asociaciones se deberían encontrar y cuáles no. Por ello, estos resultados (con independencia de las limitaciones mencionadas más arriba) sólo tendrían valor exploratorio.

La mención a la frecuencia de cáncer se refiere a un número pequeño de casos, sin desagregar por tipo de tumores (que pueden tener etiologías diferentes) y está basado en casos prevalentes, por lo que no es posible obtener una información válida del riesgo de cánceres concretos asociado a la exposición a CEM.

De hecho, en estudios previos⁸, ha sido la preocupación de los ciudadanos por un número aparentemente alto de casos en una pequeña zona la que origina la ejecución de este tipo de encuestas.

No se suelen obtener conclusiones relevantes, porque a *priori* se selecciona un área con un aparente exceso de cáncer lo que conduce a un exceso espúreo de la frecuencia de cáncer comparada con la población general (denominado **sesgo del “tirador de Texas” o falacia del francotirador**).

Este es un sesgo cognitivo que consiste en percibir, erróneamente, patrones lógicos dónde solo hay aleatoriedad. Es una falacia que minimiza la información discrepante con nuestras ideas y aumenta la importancia de lo que afirmamos o creemos.

Otro tipo de sesgo frecuente es el **sesgo de selección** de los participantes en el estudio. El sesgo de selección es una de las causas de la falta de validez interna de un estudio epidemiológico.

El sesgo de selección introduce un error sistemático en las estimaciones, porque los sujetos incluidos en el estudio tienen una relación entre la exposición y la enfermedad diferente a los sujetos que no están incluidos en el estudio. Una de las soluciones para reducir el sesgo de selección es la realización de un muestreo aleatorio para seleccionar a los participantes²⁰.

En el estudio analizado no se ha realizado un muestreo aleatorio, se ha utilizado una muestra de conveniencia con aquellas personas que querían participar en el estudio, los autores no dicen cómo se realizó la selección. A partir de esta falta de validez las conclusiones extraídas del estudio no se pueden extrapolar, ni siquiera a toda la población de la zona estudiada.

Otro error frecuente es la **falta de control de potenciales variables de confusión** en el efecto de la exposición a radiación electromagnética procedente de las antenas de telefonía móvil sobre los síntomas estudiados. Una variable (o factor) de confusión es una variable que distorsiona la medida de la asociación entre otras dos variables.

El resultado de una variable de confusión puede ser una observación de un efecto dónde en realidad no existe o la exageración de una asociación real (confusión positiva), o la atenuación de una asociación real o incluso la inversión del sentido de una asociación real (confusión negativa)^{22, 23 ,24}.

Un estudio epidemiológico de calidad debe presentar los datos ajustados por las variables que más influencia tienen en el efecto, la edad y el sexo son imprescindibles. En este trabajo la proporción de personas mayores de 40 años es del 69,5%.

Una de las principales causas de falta de validez interna en un estudio epidemiológico es la **confusión del efecto**. En el cuestionario del estudio no parece que se haya preguntado a los participantes si padecen algún tipo de dolencia que pudiera causar los síntomas estudiados, lo que implica que en los modelos de regresión binomial utilizados no han incluido estas variables para ajustar el estimador del efecto.

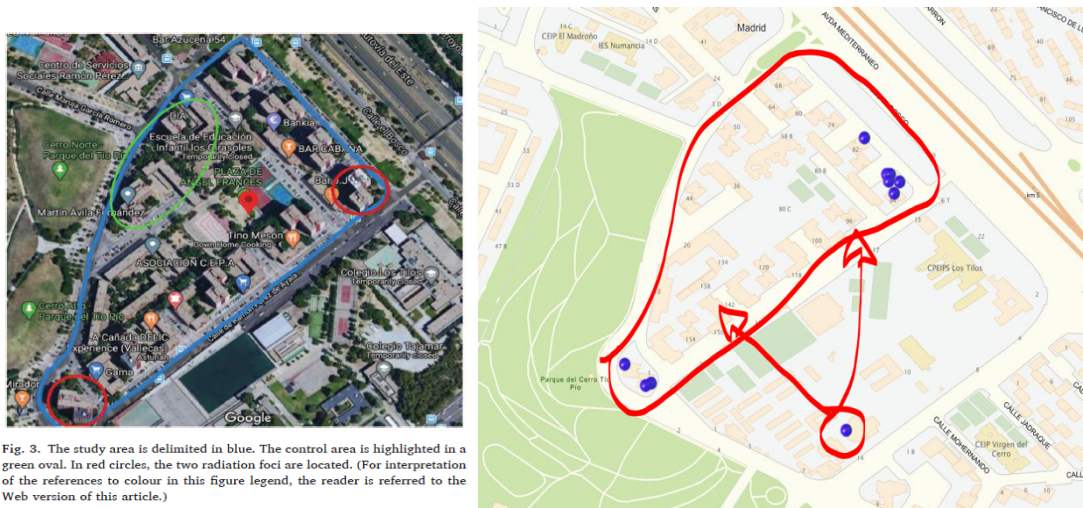
En la práctica, esto implica que no se puede saber con certeza si la asociación estadística encontrada entre la exposición a radiación electromagnética de las antenas y los síntomas estudiados es debida realmente a la radiación o, por el contrario, es debida a una variable de confusión no incluida en el estudio.

Un ejemplo de falta de control de variables de confusión es la figura 3 del estudio.

Uno de los focos de radiación, como los autores los denominan, está muy próximo a la carretera de Valencia que tiene un gran volumen de tráfico, siendo la contaminación por tráfico, tanto contaminación del aire como por ruido, unas causas reconocidas para muchas dolencias y enfermedades²⁵.

Por el contrario, la zona de control está alejada de la carretera, tiene arboles al lado de las casas y está situada frente a un gran parque urbano, estos factores de exposición a espacios verdes tienen reconocidos efectos protectores sobre la salud.²⁶

Tampoco se explica en el estudio el porqué de la selección de las zonas de control y de estudio, estando la primera incluida en el área de estudio. No se indica la dirección de los haces principales de las antenas, ni si existen antenas en las inmediaciones que no se han incluido (ver figura derecha).



Es muy sorprendente la manera en la que se calcula la densidad de la población mediante un cálculo especulativo y basado en una hipótesis del número de viviendas y del número de personas que viviría en cada una de ellas. Por cierto, dato de población que es irrelevante pero su cálculo es acorde con el resto de metodologías utilizadas basadas, como se ha indicado en la invención y la especulación propia, sin métodos objetivos, estandarizados o validados.

En relación a las mediciones presentadas en el citado artículo, hay dos **aspectos críticos** que claramente las invalidan, además de presentar algunas otras inconsistencias relevantes que se detallan a continuación (en azul el texto del artículo⁴).

1.- Clasificación arbitraria de los niveles de exposición:

En la sección 2.1, página 4, segunda columna, primer párrafo, los autores establecen, sin justificación científica, tres niveles de exposición:

- *"low exposure (7–1775 $\mu\text{W}/\text{m}^2$),*
- *medium exposure (>1775–3543 $\mu\text{W}/\text{m}^2$)*
- *high exposure (>3543–5311 $\mu\text{W}/\text{m}^2$)."*

Estos niveles son establecidos por los autores sin ningún tipo de argumento técnico y soporte científico. Además, están lejos de los límites de las normativas y directrices dadas por instituciones internacionales (ICNIRP, FCC, IEEE, etc.).

Por ejemplo, la ICNIRP (2020), establece un valor máximo de densidad de potencia que varía linealmente desde 2 W/m^2 a 400 MHz hasta 10 W/m^2 a 2000 MHz, manteniendo dicho límite de 10 W/m^2 para las frecuencias más altas.

Por lo tanto, considerar valores de exposición elevados de 5311 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, que corresponden al 0,053% del valor máximo establecido por la ICNIRP, no parece tener mucha justificación y puede llevar al lector a conclusiones erróneas.

Incluso considerando el mayor valor máximo de pico dado por los autores en toda la Tabla 2 (13000 $\mu\text{W}/\text{m}^2 = 0,013 \text{W}/\text{m}^2$), representa el 0,32 % del valor máximo establecido por la ICNIRP 2020 (4,05 W/m^2) en la frecuencia de 809,365 MHz.

2.- Procedimiento de medición arbitrario y engañoso:

Los autores no están de acuerdo con los procedimientos de medición estandarizados y proceden a medir los valores máximos:

"...regulations imposed by CENELEC are not followed. The difference is clear, measurements were registered in 10 min period, maximum peak, not average, so the data for the analysis of results only considers the peak values, the maximum radiation received by a person located at the measurement point".... (último párrafo de la subsección 2.1. RF-EMF measurements)

"The rules regarding the measurement procedure established by CENELEC, based on criteria for evaluating the broadband averaged signal, are not adequate. The measurements should be obtained in narrow band, with maximum peak measurements of radiation intensity, since, by averaging the signal, relevant information is wasted on the real radiation to which the homes are exposed". (primer párrafo de la subsección 3.4. Discussion).

Los autores no justifican el uso de procedimientos de medida no estandarizados, en lugar de usar los comúnmente utilizados por la comunidad internacional para las mediciones de la exposición a los CEM.

No apoyan su metodología con ningún resultado previo o referencias de la literatura científica para demostrar que su procedimiento de medición es adecuado para las medidas que quieren realizar.

La selección de un procedimiento para medir sólo los valores de pico (o los valores de pico promedio) lleva a obtener valores máximos. Más allá de cualquier discusión sobre la conveniencia de utilizar valores medios o valores pico y el intervalo de tiempo utilizado para promediar, el objetivo de los procedimientos de medición estandarizados es homologar los valores medidos para que puedan ser comparados con otras mediciones o límites establecidos. Al seleccionar otros procedimientos, los autores se apartan de esa premisa científica de intercomparación.

Otras incoherencias

1.- Información sobre la configuración de las mediciones

Según los autores, el equipo utilizado fue un analizador de espectros FSHS de la marca Rohde & Schwarz, con un rango de frecuencia de hasta 8 GHz, y una antena isotrópica de la marca Rohde & Schwarz modelo TSEMF-B2. Además, los autores afirman que realizan medidas en banda estrecha (en lugar de en banda ancha, como recomiendan los organismos internacionales), pero no aportan información sobre los parámetros relevantes que pueden configurarse en el analizador de espectro, como el tipo de detector (pico o rms), el ancho de banda de resolución, el ancho de banda de vídeo o el tiempo de barrido. Esto aumenta, aún más, la incertidumbre de los valores medidos notificados.

2.- Errores en las unidades y valores de densidad de potencia y frecuencia

No hay uniformidad en las unidades de los valores de densidad de potencia a lo largo del documento: En la sección de Introducción, los límites enumerados de diferentes reglamentos/directrices de organismos internacionales se expresan en términos de $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, mientras que en las secciones 2 y 3 las unidades son en $\mu\text{W}/\text{m}^2$ o tanto $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ como $\mu\text{W}/\text{m}^2$. A lo largo del documento deberían utilizarse las mismas unidades en aras de un tratamiento riguroso y comparativo de los límites y las mediciones.

La subsección 3.1 (3.1. Radiation results) y sus referencias a la Tabla 3, incluyen algunos errores y valores confusos:

"... and maximum peaks were found at frequencies of 809.36 MHz, 809.36 MHz and 962.38 MHz, with maximum power density values of 13,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, 13,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ and 9460 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ respectively (Table 2)."

Parece que los dos primeros valores de la densidad de potencia se repiten, ya que son idénticos y están referidos a la misma frecuencia. Además, μWcm^2 no es una unidad de medida adecuada para la densidad de potencia (el área, cm^2 , debería dividir, pero no multiplicar, la potencia en vatios).

Hay que señalar que, según la notación de todo el documento (considerando los valores coherentes para las frecuencias dadas a lo largo de todo el documento, los puntos denotan decimales, y las comas denotan miles) estos valores están muy por debajo de la densidad de potencia máxima establecida por organismos internacionales como la ICNIRP 1998 (que es la mencionada por los autores en la sección 1 (Introduction)).

Esto no se menciona en la sección 3.1, mientras que los autores afirman que estos valores son los picos máximos.

Además, ¿por qué en este caso los autores denotan los miles con una coma mientras que en la mayor parte del resto del documento no se indican los miles (sólo los decimales con un punto)? Esto también ocurre en algunos otros puntos del documento. Por ejemplo:

- Página 4, segunda columna, sección 3.1 " 3593,12 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ " ¿qué valor es exactamente? ¿Es un error tipográfico?
- Tabla 2, tercera columna, para P15R el máximo es 1480,00 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (miles sin coma), mientras que justo una fila más abajo, para P17R el máximo es 12.951,342 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (miles con coma).

Hay algunos errores en los valores de referencia de la subsección 3.1. (Radiation results), que no se encuentran en las tablas incluidas (Tablas 2 y 3):

"The results of the outdoor measurements show the highest value of radiation for both the mean of intensities in the summation of frequencies and the peak intensity with respective values of 556 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ and 6700 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ at 1810.48 MHz. The minimum is recorded with values 11 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ and 48 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ at 2155.40 MHz (Table 2)".

Sin embargo, estos valores no aparecen en la Tabla 2. En cambio, los valores que aparecen en la Tabla 2 para la frecuencia de 1810,47 MHz son 3,670 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (media [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]) y 278.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (pico máximo [$\mu\text{W}/\text{m}^2$]). La frecuencia de 2155,40 MHz y su densidad de potencia media y máxima asociada no aparecen en la Tabla2:

"In the area exposed to radiation, the indoor measurements give an average radiation of 5.73 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, with maximum values of 5310 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ at a frequency of 1768.41 MHz, 3593,12 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ at a frequency of 943.97 MHz and 3100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ at a frequency of 5495.24 MHz (Table 3)."

Pero el valor de 3593,12 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ a una frecuencia de 943,97 MHz no se encuentra en la Tabla 3; en su lugar, aparece un valor de 3593,116 a una frecuencia de 927,14 MHz. Por otro lado, el valor que aparece en la Tabla 3 a la frecuencia de 5495,24 MHz es de 3095,215 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, no de 3100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$.

3.- Otros aspectos técnicos confusos:

- *"The radiation power density decreases inversely proportional to the distance....."* (último párrafo, antes de la subsección 2.1. RF-EMF measurements)

La densidad de potencia en distancias de campo lejano debería decaer en espacio libre como el inverso del cuadrado de la distancia, no como inverso de la distancia. La frase anterior no es teóricamente apropiada, y no se valida empíricamente con un gráfico continuo de la evolución de la densidad de potencia con la distancia.

La misma magnitud (frecuencia) se expresa con diferente número de decimales significativos en las Tablas 2 y 4, lo que se traduce en el desconocimiento de la incertidumbre de la medida.

- *"The equipment calibration was verified before use."* (Segundo párrafo en la subsección 2.1. RF-EMF measurements)

No hay información sobre la calibración del equipo de medida. No hay referencia al certificado de calibración, la fecha de calibración, etc.

Recomendaciones para mejorar el artículo

1.- Sería aconsejable utilizar las mismas unidades en la densidad de potencia y la frecuencia en todo el documento.

- Por ejemplo, en la sección de introducción, los límites enumerados de diferentes reglamentos/directrices de organismos internacionales se expresan en términos de $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, mientras que en la sección 2. (Methodology) y en la sección 3. (Results and discussion) , las unidades se expresan en $\mu\text{W}/\text{m}^2$, o tanto en $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ como en $\mu\text{W}/\text{m}^2$.
- Otro ejemplo es aquél en el que la misma magnitud (frecuencia) se expresa con diferente número de decimales significativos en las Tablas 2 y 4. Por ejemplo, la Tabla 2 muestra 1760 MHz y 2660,15873 MHz. Por otra parte, hay incoherencias en la Tabla 2 al utilizar la coma y su ausencia como separador de miles.

Esta falta de uniformidad dificulta la comprensión de los valores presentados en el documento y demuestra el desconocimiento de la incertidumbre de las mediciones. Además, podría dar la impresión de un intento de aumentar significativa y artificialmente la percepción del riesgo de los CEM.

2.- Identificación de frecuencias (Tablas 2 y 3) con los servicios de telefonía móvil (GSM, UMTS, LTE...)

El artículo se titula(traducido) "¿Cuál es la radiación antes del 5G?". Para una mejor comprensión del artículo, sería conveniente que los autores identificaran las frecuencias medidas en la Tabla 2 y la Tabla 3 con los servicios prestados (LTE, UMTS, GSM...). En la Tabla 3, las frecuencias 5217,62 MHz y 5495,24 MHz no se corresponden con los servicios de telefonía móvil en España.

Otros aspectos importantes en la metodología son aquellos relativos al proceso de medida de la exposición. En el propio artículo se cita la propuesta de Rössli et al., 2010 de un protocolo de medidas de exposición. Como se ha indicado la cita de este trabajo no tiene relación con lo tratado en el propio artículo que es la propuesta de ese protocolo de medidas que no se sigue.

Dicho protocolo se basa en la experiencia de años de estudios para la determinación con exposímetros personales. La metodología propuesta en el artículo no tiene referencia previa, no se detalla convenientemente por lo que su replicación sería complicada y, como se indica, al no basarse ni compararse con experiencias previas, su diseño es propio y comete alguno de los errores que Rössli et al., 2010 indican que deben evitarse.

Por ejemplo, la determinación adecuada de la exposición por bandas, la duración de las medidas, el análisis estadístico, los valores por debajo del umbral del equipo de medida, selección de participantes, análisis de los datos, etc. En el artículo analizado no se sigue ninguna de las recomendaciones.

Cabe destacar que se realizan medidas de punto pero no se indica la forma en la que esos puntos fueron elegidos. Además se realizan a diferentes alturas y no se diferencian orientaciones.

Para la caracterización de la exposición se realizan medidas de 10 minutos de duración en 103 ubicaciones diferentes tanto en la zona de control como en la de exposición que llaman los autores. Para ello se utilizan dos equipos de banda ancha que permiten determinar el valor medio y el valor máximo, así como la banda de frecuencia en la que se produce.

Esta metodología no permite realizar una caracterización adecuada. Este tipo de señales tienen una gran variabilidad espacial y temporal. Por tanto, que se recomiendan hacer medidas de al menos 24 horas cada 10 segundos diferenciando todas las bandas de frecuencia. Así se podrá realizar una comparativa entre puntos, zonas, microambientes. En este sentido Bolte et al. (2011)²⁷ y Bolte (2016)²⁸ evaluaron posibles sesgos, limitaciones en este tipo de estudios.

Además, la duración de las medidas fue tremendamente limitada a dos horarios de tres horas de duración. El uso del valor máximo es inadecuado por esa variabilidad espacio temporal tan acusada de los CEM. Tomar este valor no representa la exposición personal, además, no se fijan frecuencias y este valor ocurre, debido a esa alta variabilidad, a diferentes frecuencias en diferentes puntos, por lo que su estudio o manipulación es tremendamente incompleta.

Otro aspecto importante es el uso de la media. No se explica la manera en la que se ha calculado y se proporciona un valor medio para todas las bandas de frecuencia.

Al no discriminar por banda de frecuencia, se desconoce la contribución de cada una de ellas, por lo que podría darse el caso, muy frecuente en estos estudios, que una estación de FM o TV estuviera contribuyendo a la señal, enmascarando el resto.

Por último, es muy frecuente que el nivel de exposición a muchas bandas de frecuencia esté por debajo del umbral de medida del aparato, provocando lo que se conoce como nondetect.

Este valor suele ser el valor mínimo de medición del aparato y debe ser tratado convenientemente, pues condiciona el estudio. Tanto Rössli et al. (2008) como Najera et al. (2020) han recomendado y comparado diferentes técnicas que se deben tener en cuenta a la hora de analizar estos datos. No se indica que se haya procedido de ninguna manera en este estudio con estos datos.

Estadística

Algunos investigadores persisten en apoyarse demasiado en la significación estadística, sin tener en cuenta los argumentos de que los tests estadísticos por sí solos no justifican suficientemente el conocimiento científico.

Algunas explicaciones de esta persistencia incluyen la inercia, confusión conceptual, falta de mejores instrumentos alternativos o mecanismos psicológicos, como la generalización inadecuada del razonamiento en lógica deductiva al razonamiento en la inferencia bajo incertidumbre (Falk y Greenbaum, 1995).

No se ofrece ningún dato sobre la bondad del ajuste del modelo binomial ni multinomial, los valores de pseudo R cuadrado, información del ajuste de los modelos, las tablas de clasificación, la razón de verosimilitud, ni el modelo binomial o multinomial utilizado: ¿stepwise, variables forzadas, jerarquización de las variables, no se informa si se ha estudiado la colinealidad o la relación entre las distintas variables? ¿se ha estudiado las posibles interacciones entre las variables?.

Para el modelo binomial se indica que se ha obtenido un "crude model", ¿quiere esto decir que se han utilizado todas las preguntas con respuesta dicotómica en el modelo o una por una y se ha visto el OR de cada una de ellas por separado?

En las tablas no se aporta su error estándar, ni el valor del χ^2 del modelo final (si se utilizara el modelo por pasos) y su significancia estadística.

Además:

- No se explica el método estadístico utilizado para determinar el número de mediciones a realizar tanto en las zonas de exposición como en las zonas control.
- No se ofrece una explicación de porqué sólo se realizan 4 mediciones exteriores de control a diferencia de las zonas de exposición donde las mediciones son mucho más numerosas.
- No se explican los posibles impactos en los resultados por las diferencias temporales en la obtención de las mediciones entre 2018 y 2019.

Hay que señalar que las estimaciones resultantes de los modelos de regresión binomial de este estudio son muy poco precisas, los intervalos de confianza muy amplios.

Se hacen comparaciones múltiples, los autores dicen haber realizado 18 estudios, es decir 18 contrastes de hipótesis, cada contraste tiene una probabilidad de obtener un resultado falso positivo de 0.05, la probabilidad de obtener un resultado falso positivo en los 18 contrastes es $0.05 \times 18 = 0.9$.

Resumiendo, con un 90 % de probabilidad una de las asociaciones estadísticamente significativas puede corresponder a un falso positivo, es decir, a una no asociación entre la exposición y el síntoma.

Es evidente que no se ha realizado una corrección de las múltiples comparaciones lo que impide una adecuada interpretación de los resultados.

El pequeño tamaño de la muestra del estudio⁴ y el número limitado de problemas de salud, así como algunos de los posibles sesgos anteriores, ha podido conducir a asociaciones con estimadores de efecto (odds ratio) excesivamente grandes (por ejemplo, superiores a 10) y, por ello, relativamente inverosímiles.

Los intervalos de confianza 95 % son muy amplios implican una gran imprecisión en los resultados que los hace difíciles de interpretar.

Resultados y discusión

- El texto de estos apartados debe ser claro, preciso y limitarse a lo estrictamente necesario.
- No se repite lo descrito o temas que no tienen que ver con el resultado.
- No se deben mezclar datos con opiniones.
- Se deben señalar los aspectos nuevos y relevantes del estudio.
- Analizar la fiabilidad y la validez interna y externa.
- Reconocer las **limitaciones** y los **sesgos de información**: error sistemático en la medición de las variables, **sesgo de selección** de los participantes: inclusión y exclusión, **sesgo de confusión**: presencia de otras variables (predictoras) con influencia sobre la variable dependiente(resultado).
- De la lectura del artículo se deduce que no se han seguido estos criterios de calidad.
- La bibliografía no está actualizada, es muy parcial y selectiva.

Resulta sorprendente que si se pretende correlacionar emisiones electromagnéticas de RF y síntomas o enfermedades hubiera sido lógico analizar las horas de uso del teléfono móvil de los usuarios encuestados, especialmente su uso a cortas distancias de la cabeza.

Para potencias típicas de terminal móvil y de antenas de estación base, así como para las distancias a que se puede encontrar el usuario de uno y otras.

El nivel de densidad de potencia es típicamente muy superior en el caso del terminal móvil del usuario.

Las medidas de corta duración en puntos cuyos criterios de selección no se especifican y medidas de banda ancha, no permiten determinar con detalle la exposición personal a CEM o las principales contribuciones a la exposición total.

Se realiza una presunción de síntomas para llevar a cabo el estudio de correlación entre emisiones electromagnéticas, obviándose otros posibles factores (incluso de las mismas emisiones electromagnéticas, como el uso del teléfono móvil del usuario).

En cuanto al emplazamiento, aunque dan una descripción genérica y un croquis, hubiera sido más riguroso la indicación de coordenadas con cada una de las medidas realizadas a los efectos de potencial reproducibilidad. No dicen la altura de medida en exteriores y hay que suponer que son a cota del suelo más trípode.

La forma de presentar los valores registrados de exposición personal no permite una comparación o búsqueda de patrones dada la gran variabilidad de valores y frecuencias a los cuáles se registran.

La caracterización de esta manera condicionada por ese valor pico y por una única frecuencia no permite establecer patrones por bandas de frecuencia, como suele ser habitual en este tipo de estudios.

La gráfica presentada en la Fig. 4 debería ser rediseñada para aprovechar el espacio de representación de los datos, limitando al mínimo el espacio dedicado a las etiquetas que supone el 50%.

Hay varios ejemplos de errores inverosímiles: En la tabla 7 en relación con el dolor de cabeza (headache intensity) las medidas de densidad de radiación media y alta presentan el mismo intervalo: 2,13-16,68 con valores de OR diferentes, puede ser un error tipográfico.

Respecto a "Dizziness frequency": aunque el valor de p de la tendencia es significativo, el OR tiene un valor de 2,59 y significativo para la densidad energética media mientras que el OR es de 0,96 y no significativo para la densidad energética alta. En la discusión no se explica esta contradicción.

Lo mismo ocurre para "*Exercise makes me tired*": tanto para las densidades medias y altas tienen un valor significativo pero para la densidad media el valor de OR es de 14,81, mientras que para la alta, de 6,69. Tampoco se ofrece explicación alguna.

Por último, no se explican la disparatada amplitud el intervalo 5,19-891,6 respecto al número de horas (hours per day).

La cita "Fields and Emf et al ,2019" es incorrecta, su autora es Alicja BORTKIEWICZ que publicó un editorial sobre los efectos de los CEM-RF (Industrial Health 2019, 57, 403–405. Editorial Health effects of Radiofrequency Electromagnetic Fields (RF EMF) en el que sostiene una opinión general alineada con las especulaciones del Bioinitiative report pero no sirve para aclarar el apartado de discusión del estudio, una prueba más de la inconsistencia de la interpretación de los datos que se discuten.

Respecto al estudio de Gajsek et al 2015 hay que señalar que tampoco tiene nada que ver con la afirmación de hacer "estudios multidisciplinarios..." ya que sus objetivos y conclusiones no están relacionadas con los datos que los autores deberían interpretar. El CCARS²⁹ ya publicó un resumen sobre este trabajo de Gajsek et al.

La cita de Foster and Moulder, 2013³⁰ no es coherente con los datos que se deberían analizar en este apartado. En sus conclusiones estos autores afirman:

" This review summarizes the current state of research on possible health effects of Wi-Fi (a commercial name for IEEE 802.11-compliant wireless networking).Unequivocally, the RF exposures from Wi-Fi and wireless networks are far below U.S. and international exposure limits for RF energy. While several studies report biological effects due to Wi-Fi-type exposures, technical limitations prevent drawing conclusions from them about possible health risks of the technology....."

Lo mismo ocurre con la siguiente cita (Breckenkamp et al ,2012)³¹ cuyos resultados demuestran que la exposición en las 1.348 casas estudiadas está muy por debajo de los límites de ICNIRP. El resumen de este trabajo es el siguiente:

"The objectives of this study were to assess total exposure to radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) in bedrooms and the contribution of different radioservices (FM radio, analogue TV and DVB-T, TETRA, GSM900 downlink, GSM1800 downlink, UMTS downlink, DECT, and wireless LAN and blue tooth) to the total exposure. Exposure to RF sources in bedrooms was measured using Antennessa(®) EME Spy 120 dosimeters in 1,348 households in Germany 1,348 households in Germany. All exposure varied, depending on residential characteristics (urban vs. rural areas and floor of a building the measurement took place). Major sources of exposure were cordless phones (DECT standard) and wireless LAN/blue tooth contributing about 82% of total exposure (20.5 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Exposure to RF-EMF is ubiquitous, but exposure levels are-if at all measurable-very low and far below the ICNIRP's exposure reference levels".

El estudio de Abdel-Rassouf et al. es del año 2007, tiene los mismos sesgos y errores metodológicos que el artículo que estamos analizando.

En ningún caso los estudios revisados^{14,29,30,31}, para verificar sus conclusiones han confirmado la relación entre sufrir dolores de cabeza y el "índice de radiación" de exposición de la población como se afirma en la página 8.

Esta afirmación no es cierta, porque el objetivo de estos trabajos no era investigar esa asociación.

Parece probable que los autores⁴ no se han leído los artículos que han usado con el rigor necesario para justificar sus ideas, no han realizado una búsqueda de calidad que explica la no pertinencia de muchas de las citas y han omitido revisiones sistemáticas de calidad sobre este tema que contradicen sus opiniones.

Conclusiones

- Hay más conjeturas y opiniones que conclusiones basadas en datos y resultados.
- Se afirma que hay una relación entre la “densidad de potencia” que una persona recibe en casa y la presencia de dolor de cabeza y desordenes del sueño, sin definir un dato numérico, ni una frecuencia. Esta afirmación podría hacerse respecto a cualquier otro factor ambiental (por ejemplo, el nivel de ruido).
- No se puede afirmar que *la gente que recibe dosis más elevadas de radiación* duerme menos horas y tiene más pesadillas porque no se han medido las dosis absorbidas, se han medido niveles ambientales muy indirectos de CEM.
- La definición de dosis más alta es completamente inventada, arbitraria e interesada, no está basada en ninguna recomendación de la OMS, ICNIRP, UE, IEEE o FCC aceptada por la comunidad científica.

- Catalogar como exposición elevada la cantidad de $5311 \mu \text{W}/\text{m}^2$, que corresponden al 0,053% del valor máximo establecido por la ICNIRP, no tiene justificación y puede llevar al lector a conclusiones erróneas.
- No se citan otras variables que podrán explicar estas conclusiones y no se hace porque no se han tenido en cuenta los sesgos más frecuentes en este tipo de estudios y la influencia de otras variables como la edad, sexo, ocupación, enfermedades previas etc.
- Se concluye que la metodología de CENELEC no es apropiada, sin aportar pruebas y sin que esta afirmación tenga nada que ver con el objetivo del estudio.
- Hay numerosas discordancias entre el objetivo el estudio y las conclusiones.
- La referencia al cáncer es irrelevante y no tiene nada que ver con el objetivo del estudio pero sirve para generar alarma e incertidumbre.
- Las afirmaciones de las conclusiones no son coherentes con los resultados obtenidos.
- La afirmación sobre el 5G es irrelevante. Este trabajo no aporta nada nuevo y no tiene validez ni interna ni externa.

Comentarios finales

Es frecuente la publicación de supuestas relaciones entre un factor ambiental cualquiera y un problema de salud. Sin embargo, es muy difícil demostrar la causalidad de estas asociaciones porque realizar estudios experimentales para verificarlas es muy costoso, complicado y tienen problemas éticos, aunque son los que aportan información más sólida.

Los estudios de revisiones sistemáticas y los meta análisis basados en ensayos clínicos controlados, estudios de cohortes y caso control son los que aportan más validez científica.

Realizar estudios observacionales sobre la exposición indirecta a antenas de telefonía, sin cumplir unos criterios sistemáticos que garanticen su calidad metodológica generan una alarma injustificada con fines desconocidos.

Algunos de estos trabajos usan un lenguaje técnico que puede confundir a lectores no expertos. Por ejemplo, términos técnicos "densidad de potencia" "niveles de alta exposición a radiación"; "regresión binomial" pueden hacer creer, a quién no conozca su significado, que se trata de un estudio riguroso y al mismo tiempo, contribuir a generar una inquietud que no está justificada con argumentos válidos.

El título del artículo⁴ se refiere a un estudio de correlación. En estadística el valor del coeficiente de correlación oscila entre 0 y ± 1 ; una correlación igual a 0 significa ausencia de relación.

Los autores no mencionan que valor de este coeficiente han obtenido, por lo tanto, no se puede afirmar que exista una relación entre las variables estudiadas.

Es frecuente que se utilicen supuestas evidencias de "otros investigadores" o "expertos independientes" que no aceptan las conclusiones de las agencias internacionales (OMS-ICNIRP) y apelan a informes no sometidos a revisión de su calidad metodológica para dar legitimidad a sus opiniones y creencias.

Mantener una actitud crítica y escéptica nos permite separar las polémicas de los argumentos científicos³². El tipo más débil de evidencia es la analogía: "salir a tomar el sol te calienta el cuerpo, por lo tanto, la fiebre es causada por tomar el sol". Este tipo de correlación es muy habitual pero es muy poco científica.

Los estudios puntuales observacionales (de corte transversal y sin una dosimetría apropiada) aumentan una percepción del riesgo distorsionada, no avalada por investigaciones de una elevada validez interna y externa y conducen a elaborar supuestas relaciones donde solo existe una especulación.

Otra consecuencia de este tipo de estudios de muy baja calidad es que socavan las directrices de las agencias y organismo competentes en la regulación de los límites de exposición a CEM (OMS, UE; ICNIRP, IEEE o FCC) que son los que la mayoría de los países aplican. El uso de este tipo de estudios para reclamar la retirada de las antenas de telefonía móvil no tiene fundamento científico.

Los medios de comunicación amplifican el impacto de algunos "estudios" alarmistas de muy baja calidad metodológica, sobre la supuesta relación entre exposición a las antenas de telefonía móvil y síntomas muy variados de enfermedad.

Estos síntomas se pueden incluir en la llamada Intolerancia idiopática ambiental que ha sido ampliamente estudiada. Las noticias sobre estas exposiciones generan un efecto llamada^{33,34,35,36} que aumenta una percepción del riesgo exagerada pero que puede ser explicada por un efecto nocebo.


Recientemente se ha publicado un protocolo³⁷ promovido por la OMS para las revisiones sistemáticas de los estudios observacionales sobre los efectos de los CEM-RF en la población general y los trabajadores. La aplicación de este protocolo por los grupos de investigación es la mejor garantía para asegurar la calidad y validez de este tipo de estudios sobre las antenas de telefonía móvil y sus efectos sobre la salud.

Referencias

1. López de Argumedo (M, Reviriego E, Andrío E, Rico R, Sobradillo N, Hurtado de Saracho I. Revisión externa y validación de instrumentos metodológicos para la Lectura Crítica y la síntesis de la evidencia científica. Madrid: Plan Nacional para el SNS del MSC. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco (Osteba); 2006. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: OSTEBA Nº 2006/02.)

2. Guía práctica de lectura crítica de artículos científicos originales en Ciencias de la Salud Dr. Jacobo Díaz Portillo Coordinador de Formación Continuada Hospital Universitario de Ceuta. Instituto Nacional de Gestión Sanitaria. Subdirección General de Gestión Económica y Recursos Humanos. Servicio de Recursos Documentales y Apoyo Institucional. Alcalá, 56 28014 Madrid. https://ingesa.sanidad.gob.es/bibliotecaPublicaciones/publicaciones/internet/docs/Guia_practica_de_lectura.pdf
3. Silvina Berra, B / Josep Maria Elorza-Ricartc / Maria-Dolors Estrada / Emília Sánchez, A, Agència d'Avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdiques (AATRM), Barcelona, España; CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), España; EAP Gòtic, Institut Català de la Salut, Barcelona, España. *Gac Sanit.* 2008;22(5):492-7
4. López et al. What is the radiation before 5G? A correlation study between Measurements in situ and in real time and epidemiological indicators in Vallecas, Madrid. *Environ Res.* 2021 Mar;194:110734.doi: 10.1016/j.envres.2021.110734. Epub 2021 Jan 9.
5. Strobe web. <https://www.strobe-statement.org/translations>
6. VANDENBROUCKE, et al. Mejorar la comunicación de estudios observacionales en epidemiología (STROBE): explicación y elaboración. *Gac Sanit* [online]. 2009, vol.23, n.2 [citado 2021-08-25], pp.158e1-158e28. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112009000200015&lng=es&nrm=iso. ISSN 0213-9111.
7. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. Erik von Elma / Douglas G. Altmanb / Matthias Eggera,c / Stuart J. Pocockd / Peter C. Go/ tzschee / Jan P. Vandenbrouckef, en nombre de la Iniciativa STROBE. *Gac Sanit.* 2008;22(2):144-50

8. Investigación de una agregación de casos de cáncer en las proximidades de una antena de telefonía móvil. *Ana Villaverde Hueso, Josefa Masa Calles, Mariana Jiménez Maldonado, Dionisio Herrera Guibert, Alicia Barrasa Blanco*. Boletín Epidemiológico Semanal, (2010 vol.18 nº1/1-8, editado por el Centro Nacional de Epidemiología, del Instituto de Salud Carlos III). <http://revista.isciii.es/index.php/bes/article/view/5>
9. Renke and Chavan, 2014. Review on RF Field Exposure from Cellular Base Stations. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 104 – No 12, October 2014.
10. IARC (Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 102, 2013
11. Bogers, R.P., van Gils, A., Clahsen, S.C.S., Vercrujse, W., van Kamp, I., Baliatsas, C., Rosmalen, J.G.M., Bolte, J.F.B., 2018. Individual variation in temporal relationships between exposure to radiofrequency electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: A new approach in studying 'electrosensitivity'. Environment International 121, 297–307. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.064>
12. Dongus, S., Jalilian, H., Schurmann, D., Roosli, M., 2021. Health effects of WiFi radiation: a review based on systematic quality evaluation. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. <https://doi.org/10.1080/10643389.2021.1951549>
13. 2nd Survey of Schools: ICT in Education Objective 2: Model for a 'highly equipped and connected classroom'. FINAL REPORT A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology. https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2019-10/ictineducation_objective_2_report_final_4688F777-CDED-C240-613EE517B793385C_57736.pdf
14. Rööslí *et al.* Conduct of a personal radiofrequency electromagnetic field measurement study: proposed study protocol. Environmental Health 2010, 9:23. <http://www.ehjournal.net/content/9/1/23> DOI: [10.1186/1476-069X-9-23](https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-23)

15. Rösli, M., Frei, P., Mohler, E., 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, 887-896F.
<https://doi.org/10.2471/BLT.09.071852>
16. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)1, 2020. Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Phys* 118, 483-524.
<https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001210>
17. Jalilian, H., Eeftens, M., Ziaei, M., Rösli, M., 2019. Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday microenvironments: An updated systematic review for Europe. *Environ Res* 176, 108517.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.05.048>
18. Sagar, S., Dongus, S., Schoeni, A., Roser, K., Eeftens, M., Struchen, B., Foerster, M., Meier, N., Adem, S., Rösli, M., 2018. Radiofrequency electromagnetic field exposure in everyday microenvironments in Europe: A systematic literature review. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 28,
19. Sanderson S, Tatt ID, Higgins JP. Tools for assessing quality and susceptibility to bias in observational studies in epidemiology: a systematic review and annotated bibliography. In *J Epidemiol.* 2007;36:666-76. International. doi:10.1093/ije/dym018.
20. Mauricio Hernández-Avila, Francisco Garrido, M.C., Eduardo Salazar-Martínez. Sesgos en estudios epidemiológicos. *salud pública de México / vol.42, no.5, septiembre-octubre* de 2000.
<https://www.scielosp.org/pdf/spm/2000.v42n5/438-446/es>
21. INE. Estado de salud. Cifras absolutas. ENFERMEDADES CRÓNICAS. Estado de salud (estado de salud percibido, enfermedades crónicas, dependencia funcional)  <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t15/p420/a2019/p04/I0/&file=02001.px> Problemas o enfermedades crónicas o de larga evolución en los últimos 12 meses en población adulta según sexo y grupo de edad. Población de 15 y más años.

22. <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t15/p419/a2011/p01/I0/&file=01015.px&L=0>
23. Rothman, K., Greenland, S., & Lash, TL. (2008). Chapter 9, Validity in epidemiological studies. *Modern Epidemiology*, 3rd Edition. Lippincott Williams & Wilkins.
24. De Irala et al.– ¿Qué es una variable de confusión? *Med Clin (Barc)* 2001; 117: 377-385 <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/amalonso/esp/bstat-tema8vc.pdf>
25. Delgado M, Llorca Díaz, J. Sesgos. En: Galvez Vargas R, Sierra López A, Sáenz González MC, Gómez López LI, Fernández-Crehuet Navajas R, Salleras Sanmartí L et al. *Piédrola Gil medicina preventiva y salud pública* (10.ª ed.). Barcelona: Masson, 2001
26. Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects. [Health Effects Institute](https://www.healtheffects.org/publication/traffic-related-air-pollution-critical-review-literature-emissions-exposure-and-health) Special Report 17, 2010. *A Special Report of the Institute's Panel on the Health Effects of Traffic-Related Air Pollution*. <https://www.healtheffects.org/publication/traffic-related-air-pollution-critical-review-literature-emissions-exposure-and-health>
27. Van den Berg M, Wendel-Vos W, van Poppel M, Kemper H, van Mechelen W, Maas J. Health benefits of green spaces in the living environment: A systematic review of epidemiological studies. *Urban For Urban Green* 2015;14:806–16. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.008>.
28. Bolte, J.F.B., van der Zande, G., Kamer, J., 2011. Calibration and uncertainties in personal exposure measurements of radiofrequency electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*. <https://doi.org/10.1002/bem.20677>
29. Bolte, J.F.B., 2016. Lessons learnt on biases and uncertainties in personal exposure measurement surveys of radiofrequency electromagnetic fields with exposimeters. *Environment International*. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.06.023>

30. Electromagnetic field exposure assessment in Europe radiofrequency fields (10 MHz–6 GHz). CCARS. Documentos elaborados por otras instituciones.04 Mayo 2016.Disponible en <https://ccars.org.es/publicaciones/documentos-elaborados-por-otras-instituciones?start=25>
31. [Kenneth R Foster](#), [John E Moulder](#) Wi-Fi and health: review of current status of research. Health Phys 2013 Dec;105(6):561-75. doi: 10.1097/HP.0b013e31829b49bb.
32. J Breckenkamp, [M Blettner](#), [J Schüz](#), [C Bornkessel](#), [S Schmiedel](#), [B Schlehofer](#), [G Berg-Beckhoff](#). Residential characteristics and radiofrequency electromagnetic field exposures from bedroom measurements in German. DOI:[10.1007/s00411-011-0389-2](https://doi.org/10.1007/s00411-011-0389-2). Radiat Environ Biophys.2012 Mar;51(1):85-92.
33. [David Robert Grimes](#) [Dorothy V M Bishop](#) Distinguishing Polemic From Commentary in Science: Some Guidelines Illustrated With the Case of Sage and Burgio (2017).Child Dev 2018 Jan;89(1):141-147. doi: 10.1111/cdev.13013. Epub 2017 Dec 21.
34. Dömötör, Z., Szemerszky, R., Köteles, F., 2019. Nature relatedness is connected with modern health worries and electromagnetic hypersensitivity. J Health Psychol 24, 1756–1764. <https://doi.org/10.1177/1359105317699681>
35. Szemerszky, R., Domotor, Z., Witthoef, M., Koteles, F., 2021. Modern health worries and idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields are associated with paranoid ideation. J. Psychosomat. Res. 146, 110501. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2021.110501>
36. Witthöft, M., Freitag, I., Nußbaum, C., Bräscher, A.-K., Jasper, F., Bailer, J., Rubin, G.J., 2018. On the origin of worries about modern health hazards: Experimental evidence for a conjoint influence of media reports and personality traits. Psychol Health 33, 361–380. <https://doi.org/10.1080/08870446.2017.1357814>

37. Witthöft, M., Rubin, G.J., 2013. Are media warnings about the adverse health effects of modern life self-fulfilling? An experimental study on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF). *Journal of Psychosomatic Research* 74, 206–212.
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2012.12.002>.
38. Rösli M, Dongus S, Jalilian H, Feychting M, Eyers J, Esu E, Oringanje CM, Meremikwu M, Bosch-Capblanch X. The effects of radiofrequency electromagnetic fields exposure on tinnitus, migraine and non-specific symptoms in the general and working population: A protocol for a systematic review on human observational studies. *Environ Int.* 2021 Dec;157:106852. doi: 10.1016/j.envint.2021.106852. Epub 2021 Sep 6. PMID: 34500362; PMCID: PMC8484767. Copy