

(#400). EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE

[REVISIÓN DE ARTÍCULO] En este artículo publicado en **Environmental Pollution**, los autores repasan la evidencia que liga la exposición a radiación no ionizante con diferentes **efectos biológicos negativos**, cuando no tienen la suficiente intensidad para calentar los tejidos.

Los autores comienzan **criticando la postura de la OMS**, demasiado alejada de la evidencia científica actual, cuyos resultados sugieren que este tipo de radiación debería considerarse cancerígeno probable (2A) o seguro (Grupo 1) en lugar de posible (2B). La OMS hace su evaluación con un comité cuyos miembros pertenecen en su gran mayoría al ICNIRP, una organización con claros **vínculos con la industria**. Por ello, los investigadores claman por que en ese comité participen otros grupos de investigación y haya una mayor diversidad de perfiles.

En relación a las posturas que afirman que desconocemos los mecanismos por los cuales esa radiación puede afectar biológicamente al organismo, los autores recalcan que sí que las sabemos, que están establecidas en diferentes investigaciones, por ejemplo: **cambios en el metabolismo del cerebro, generación de especies reactivas de oxígeno, alteración en el metabolismo del calcio, o modificación de la expresión de los genes a través de mecanismos epigenéticos**.

Es más, enfatizan que desconocemos en buena medida los mecanismos por los cuales algunos conocidos cancerígenos actúan, como las dioxinas o el arsénico. Por tanto, aunque no estén totalmente bien establecidos los mecanismos causales, el principio de precaución obliga a reducir su exposición.

El objetivo de este artículo es **ofrecer una visión global de**

los procesos que explican los efectos adversos de la exposición a radiación no ionizante.

Teléfonos móviles y riesgo de de glioma, meningioma y neuroma acústico

Los autores reportan un resumen en tablas de diferentes estudios caso-control que se han realizado en los últimos años enfocándose en estos tipos de tumores.

Table 1

Numbers of exposed cases (Ca) and controls (Co) and odds ratio (OR) with 95% confidence interval (CI) for glioma in case-control studies in the highest category of cumulative hours of mobile phone use.

	All			Ipsilateral		
	Ca/Co	OR	95% CI	Ca/Co	OR	95% CI
Interphone 2010						
Cumulative use \geq 1640 h	210/154	1.40	1.03–1.89	100/62	1.96	1.22–3.16
Coureau et al., 2014						
Cumulative use \geq 896 h	24/22	2.89	1.41–5.93	9/7	2.11	0.73–6.08
Carlberg and Hardell, 2015						
Cumulative use \geq 1640 h	211/301	2.13	1.61–2.82	138/133	3.11	2.18–4.44
Meta-analysis						
Longest cumulative use	445/477	1.90	1.31–2.76	247/202	2.54	1.83–3.52

Table 2

Numbers of exposed cases (Ca) and controls (Co) and odds ratio (OR) with 95% confidence interval (CI) for meningioma in case-control studies in the highest category of cumulative hours of mobile phone use.

	All			Ipsilateral		
	Ca/Co	OR	95% CI	Ca/Co	OR	95% CI
Interphone 2010						
Cumulative use \geq 1640 h	130/107	1.15	0.81–1.62	46/35	1.45	0.80–2.61
Coureau et al., 2014						
Cumulative use \geq 896 h	13/9	2.57	1.02–6.44	6/4	2.29	0.58–8.97
Carlberg and Hardell 2015						
Cumulative use \geq 1640 h	141/301	1.24	0.93–1.66	67/133	1.46	0.98–2.17
Meta-analysis						
Longest cumulative use	284/417	1.27	0.98–1.66	119/172	1.49	1.08–2.06

Table 3

Numbers of exposed cases (Ca) and controls (Co) and odds ratio (OR) with 95% confidence interval (CI) for acoustic neuroma in case-control studies in the highest category of cumulative hours of mobile phone use.

	All			Ipsilateral		
	Ca/Co	OR	95% CI	Ca/Co	OR	95% CI
Interphone 2011						
Cumulative use \geq 1640 h	77/107	1.32	0.88–1.97	47/46	2.33	1.23–4.40
Hardell et al., 2013						
Cumulative use \geq 1640 h	27/301	2.40	1.39–4.16	19/133	3.18	1.65–6.12
Meta-analysis						
Cumulative use \geq 1640 h	104/408	1.73	0.96–3.09	66/179	2.71	1.72–4.28

Como puede apreciarse, existe un **riesgo significativo de glioma y neuroma acústico** asociado a un uso intensivo del teléfono móvil. Asimismo, los resultados son menos consistentes para el meningioma.

Los estudios en animales (ej. NTP, Ramazzini) confirman también esa asociación (el neuroma acústico es similar al schwannoma, aunque benigno).

Finalmente, y como comentan los autores, la **incidencia de tumores cerebrales está creciendo en Suecia** y el uso de la tecnología inalámbrica se ha sugerido como causa.

Otras enfermedades y condiciones patológicas

Aquí los autores se limitan a repasar decenas de investigaciones que han reportado asociación con diferentes tipos de enfermedades y patologías: **leucemia infantil, cáncer de mama, tumores de la glándula parótida, reducción de la fertilidad, anomalías en el esperma, Alzheimer, desórdenes neuropsiquiátricos y conductuales, alteración de los latidos del corazón, cambios en la función del sistema inmune y del tiroides.**

Sin embargo, en la mayoría de los casos se necesitan más investigaciones para obtener resultados robustos.

Problemas conginitivos y de comportamiento en niños

Este punto es especialmente relevante dada la **mayor vulnerabilidad de los niños a las exposiciones del entorno y el creciente uso de este tipo de tecnologías** por parte de este segmento de población (incluido los adolescentes).

Los autores repasan diversos estudios que asocian la exposición a edades tempranas (incluso en el útero) con **problemas de atención, hiperactividad, trastornos del sueño.** La interacción con otros contaminantes ambientales, como los metales pesados, puede hacer además que se produzca una reducción el cociente intelectual.

Pero no sólo los problemas derivados de la radiación son importantes en estas poblaciones, sino también los **relacionados con la adicción.**

Los autores, asimismo, recuerdan que los límites de exposición (SAR) fueron establecidos en modelos de cabeza de adultos, es decir, además de tener en cuenta únicamente efectos términos a corto plazo, **no consideraban las diferencias morfológicas y funcionales de los niños.**

A este respecto, no sólo la Academia Americana de Pediatría se ha pronunciado para recomendar limitar la exposición en niños, sino que el **Comité Nacional Ruso para la Protección de la Radiación No Ionizante (RNCNIRP)** ha realizado advertencias específicas; si no se limita este uso, podemos esperar efectos en la disrupción de memoria, descenso en las capacidades cognitivas y de aprendizaje, irritabilidad y problemas de sueño, además de los posibles efectos a largo plazo ligados al desarrollo de cáncer.

Electrohipersensibilidad (EHS)

Como indican los autores, hay un segmento de la población que es inusualmente intolerante a las ondas electromagnéticas no ionizantes, cuyos síntomas son similares al desorden patológico anteriormente conocido como **enfermedad de las microondas**: fatiga, dolor crónico, perturbación de la función congitiva.

Aunque es cierto que todavía existen muchas incógnitas en relación a esta patología, los autores comentan progresos importantes que se han realizado en los últimos años para caracterizarla.

Entre los **síntomas robustamente reportados** están: dolores de cabeza, tinnitus, fibromialgia, problemas de sensibilidad, hiperacusia, disfunción nerviosa vegetativa y reducción en la capacidad cognitiva. Estos síntomas provocan **insomnio, fatiga y depresión.**

A este respecto, los autores proveen datos interesantes sobre las diferencias en los síntomas de personas con EHS y con sensibilidad química múltiple (MSC), y sobre diferentes

biomarcadores.

Table 4
Clinical symptom occurrence in EHS and EHS/MCS patients in comparison with normal controls^a.

	EHS	EHS/MCS	p ^b	Normal controls	p ^c	p ^d
Headache	88%	96%	0.065	0%	<0.0001	<0.0001
Dysesthesia	82%	96%	0.002	0%	<0.0001	<0.0001
Myalgia	48%	76%	<0.0001	6%	<0.0001	<0.0001
Arthralgia	30%	56%	<0.001	18%	0.067	<0.0001
Ear heat/otalgia	70%	90%	<0.001	0%	<0.0001	<0.0001
Tinnitus	60%	88%	<0.0001	6%	<0.0001	<0.0001
Hyperacusis	40%	52%	0.118	6%	<0.0001	<0.0001
Dizziness	70%	68%	0.878	0%	<0.0001	<0.0001
Balance disorder	42%	52%	0.202	0%	<0.0001	<0.0001
Concentration/Attention deficiency	76%	88%	0.041	0%	<0.0001	<0.0001
Loss of immediate memory	70%	84%	0.028	6%	<0.0001	<0.0001
Confusion	8%	20%	0.023	0%	0.007	<0.0001
Fatigue	88%	94%	0.216	12%	<0.0001	<0.0001
Insomnia	74%	92%	0.001	6%	<0.0001	<0.0001
Depression tendency	60%	76%	0.022	0%	<0.0001	<0.0001
Suicidal ideation	20%	40%	0.003	0%	<0.0001	<0.0001
Transitory cardiovascular abnormalities	50%	56%	0.479	0%	<0.0001	<0.0001
Ocular deficiency	48%	56%	0.322	0%	<0.0001	<0.0001
Anxiety/Panic	38%	28%	0.176	0%	<0.0001	<0.0001
Emotivity	20%	20%	1	12%	0.176	0.176
Irritability	24%	24%	1	6%	<0.001	<0.001
Skin lesions	16%	45%	<0.0001	0%	<0.0001	<0.0001
Global body dysthermia	14%	8%	0.258	0%	<0.0001	<0.007

^a This data results from the clinical analysis of the 100 first clinically evaluated cases issued from the already published series of EHS and/or MCS patients who have been investigated for biological markers [Belpomme et al., 2015]. It has been compared symptomatically with data obtained from a series of 50 apparently normal subjects matched for age and sex, used as controls.

^b Significance levels (p values) obtained for comparison between the EHS and EHS/MCS groups.

^c Significance levels (p values) obtained for comparison between the EHS and normal control groups.

^d Significance levels (p values) obtained for comparison between the EHS/MCS and normal control groups.

Table 5
Patient mean values and standard deviations of biomarker levels in comparison with normal reference values as well as the percentage of patients with abnormal values in the peripheral blood in subjects with EHS or both EHS and MCS (Belpomme et al., 2015).

Biomarker and Normal reference values	Patients groups			
	EHS Mean ± SD % Above normal	EHS/MCS Mean ± SD % Above Normal ³		
hs-CRP < 3 mg/l	10.3 ± 1.9	15%	6.9 ± 1.7	14.3%
Vitamine D > 30 ng/ml	20.6 ± 0.5	69.3%	14.5 ± 1.3	70.1%
Histamine < 10 nmol/l	13.6 ± 0.2	37%	13.6 ± 0.4	41.5%
IgE < 100 UI/ml	329.5 ± 43.9	22%	385 ± 70	24.7%
S100B < 0.105 µg/l	0.20 ± 0.03	14.7%	0.17 ± 0.03	19.7%
Hsp 70 < 5 ng/ml	8.2 ± 0.2	18.7%	8 ± 0.3	25.4%
Hsp 27 < 5 ng/ml	7.3 ± 0.2	25.8%	7.2 ± 0.3	31.8%
Anti-O-myelin auto-antibodies ^b	Positive	22.9%	Positive	23.6%
24-h urine 6-OHMS/creatinine ratio >0.8 ^c	0.042 ± 0.003	100%	0.048 ± 0.006	100%

hs-CRP, high-sensitivity C-reactive protein; IgE, Immunoglobulin E; S100B, S 100 calcium binding protein B; Hsp 27, heat shock protein 27; Hsp 70, heat shock protein 70; anti-O-myelin auto-antibodies, auto-antibodies against O-myelin; 6-OHMS, 6-hydroxymelatonin sulfate.

^a There is no statistically significant difference between the two groups of patients for the different biomarkers analyzed, suggesting that EHS and MCS share a common pathological mechanism for genesis.

^b Qualitative test.

^c Data restricted to those not on neuroleptic medication as the simultaneous use of several psychotherapeutic drugs may also be associated with a decrease of this 24-h urine ratio by modifying melatonin metabolism.

Arturo Miranda

Para los autores no existe duda de que la EHS es un desorden patológico, y que los pacientes que dicen sufrirla deben ser diagnosticados y tratados empleando las diversas herramientas clínicas existentes (test biológicos, técnicas de imágenes). **Debe ser considerada una enfermedad para la OMS**, aunque todavía existan aspectos que aclarar sobre el mecanismo causal

subyacente. No obstante, los investigadores proponen el siguiente proceso:

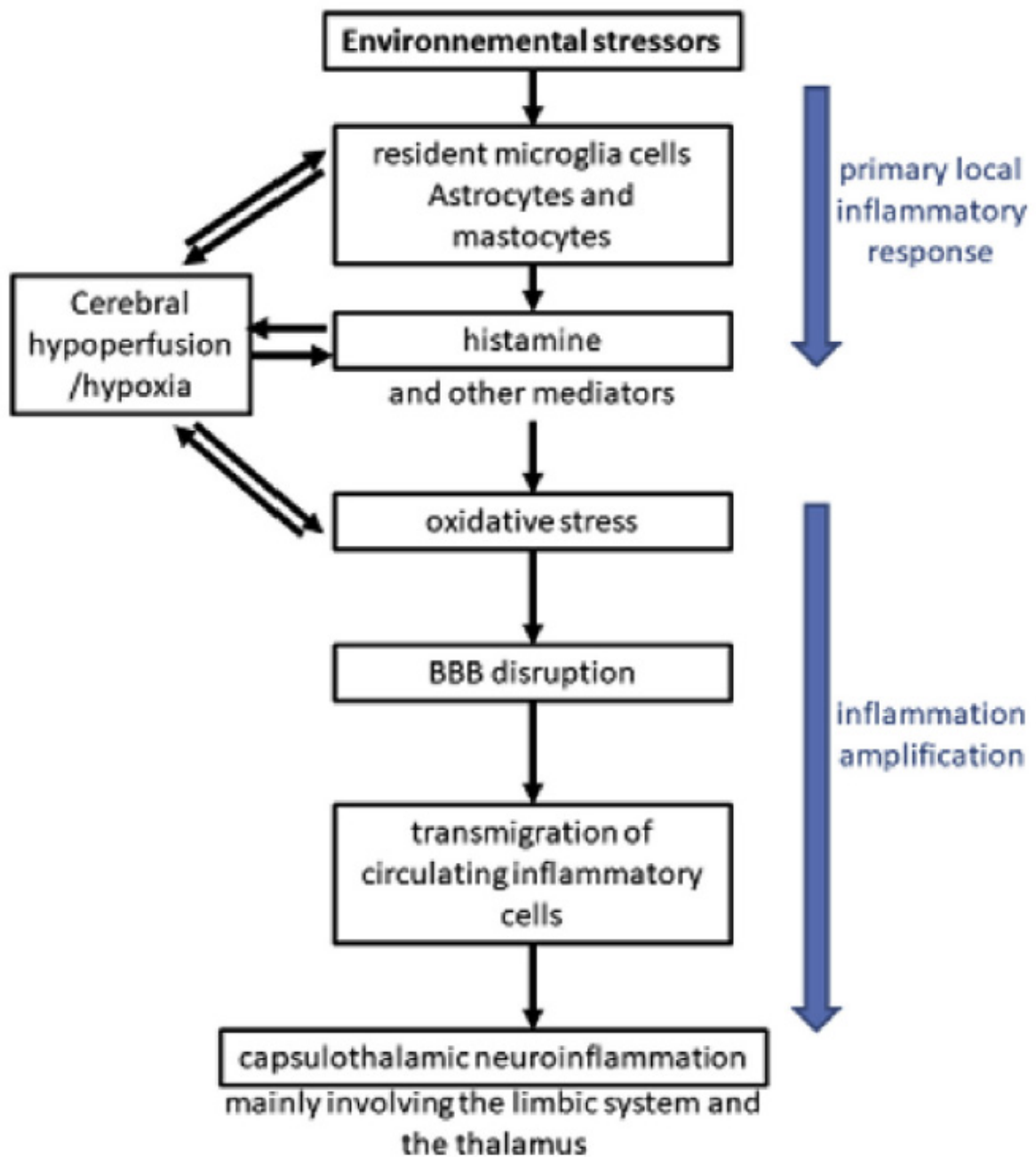


Fig. 2. Hypothetical EHS/MCS common etiopathogenic model based on neuro-inflammation and oxidative/nitrosative stress-induced blood brain barrier disruption (Belpomme et al., 2015).

Conclusión

Los autores realizan un extenso y detallado análisis de la literatura sobre los mecanismos por los cuales la radiación no

ionizante puede producir efectos adversos en la salud de los individuos.

Claramente muestran que **el riesgo principal está en la exposición crónica**, aunque sea a muy bajas intensidades. Es más, que se producen efectos biológicos debería quedar fuera de duda debido a las investigaciones que muestran resultados positivos ante la exposición a radiofrecuencia en terapias de recuperación ósea o incluso en experimentos con animales para ralentizar el Alzheimer. Si esos efectos positivos existen, es obvio que también puedan existir los negativos, siendo en este caso miles las evidencias reportadas en la literatura.

Los autores **instan a todas las autoridades y organismos competentes, especialmente a la OMS**, a reconocer abiertamente los riesgos derivados de la exposición a radiación no ionizante, y articular medidas de concienciación y prevención. Por supuesto, sin renunciar a esta tecnología y a los múltiples beneficios que nos reporta, pero con una labor de educación y protección (donde es capital cambiar la legislación) de las poblaciones más vulnerables.

LEE EL ARTÍCULO ORIGINAL [AQUÍ](#):

Belpomme, D. et al. (2018). Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective. Environmental Pollution, 242, 643-658.

Indicadores de calidad de la revista*

	Impact Factor (2017)	Cuartil	Categoría
--	----------------------	---------	-----------

Thomson-Reuters (JCR)	4.358	Q1	ENVIRONMENTAL SCIENCES
Scimago (SJR)	1.615	Q1	POLLUTION

**Es simplemente un indicador aproximado de la calidad de la publicación*

[#4491. AUMENTO DE CASOS DE GLOBLASTOMA TAMBIÉN EN FRANCIA](#)

[#4481. INCREMENTO DE LA INCIDENCIA DE GLOBLASTOMA](#)

[#4451. ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS Y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS](#)

[#4440. DIFERENCIAS EN LOS CEREBROS DE LAS PERSONAS EXPUESTAS AL SUPUESTO ATAQUE EN LA HABANA](#)

[#4380. ASOCIACIÓN ENTRE DISTANCIA A ANTENAS DE TELEFONÍA Y ELA](#)

[#4325. GARRAPATAS ATRAIDAS POR LA RADIACIÓN DE LOS MÓVILES](#)

[#4223. RAYO INDUCIDO EN EL AER POR LAS ONDAS DE TELEFONÍA MÓVIL](#)

[#4153. LA RADIACIÓN EMITIDA POR LOS MÓVILES EXCEDE LOS LÍMITES LEGALES](#)

[#4144. ASOCIACIÓN NO SIGNIFICATIVA ENTRE EL CÁNCER DE TIROIDES Y LA EXPOSICIÓN A MÓVILES](#)

[#4086. POSIBLE ATAQUE CON MICROONDAS TAMBIÉN EN CHINA](#)

[#4064. EFECTOS NO TÉRMICOS DE LAS MICROONDAS](#)

[#3951. TABLAS DE TUMORES TOTALES EN EL ESTUDIO DEL YIP SOBRE EFECTOS DE LA RADIACIÓN DE TELÉFONO MÓVIL](#)

[#3793. ¿LOS ARGUMENTOS CIENTÍFICOS SIRVEN DE ALGO? EL CASO DE MICHIGAN Y EL 5G](#)

[#3751. LOS LOBBIES Y LA REGULACIÓN SOBRE EXPOSICIÓN A RADIOFRECUENCIA EN ESTADOS UNIDOS](#)

[#3691. LA RADIOFRECUENCIA DEBERÍA CONSIDERARSE CANCERÍGENO SEGURO: EL USO EXCESIVO DEL MÓVIL INCREMENTA EL RIESGO DE TUMORES CEREBRALES](#)

[#3653. ¿ATAQUE CON MICROONDAS A LA EMPAJADA DE EGUÍ EN LA HABANA?](#)

[#3591. LO QUE SABEMOS SOBRE LOS BOMBOS Y EL EFECTO DE LAS ANTENAS DE TELEFONÍA](#)

[#3453. LA CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN "DOBLE CARA"](#)

[#3381. CONFLICTOS DE INTERÉS EN LA OMC PARA EVALUAR LOS RIESGOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS](#)

[#3301. LA PEDIATRA TORIL XILTER ADVIERTE SOBRE EL EFECTO DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE EN NIÑOS](#)

[#3222. EL WI-FI ES UNA SERIA AMENAZA A LA SALUD](#)

[#3132. EL WI-FI INFLUYE EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS](#)

[#3111. EXPOSICIÓN A RADIOFRECUENCIA EN UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES](#)

[#3091. LO QUE SE ESCAPA DEL MICROONDAS](#)

[#3086. EXPOSICIÓN A WI-FI EN LAS ESCUELAS SUECAS](#)

[#3080. ENTREVISTA A CEFERINO MASTU SOBRE BIOELECTROMAGNETISMO](#)

[#2961. ESTRÉS OXIDATIVO ANTE EXPOSICIONES CORTAS A RADIOFRECUENCIA](#)

[#2728. EL CASO DE SHARON GOLDBERG: NIÑOS ELECTROSENSIBLES](#)

[#2723. BACTERIAS HUMANAS AFECTADAS POR CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS NO IONIZANTES](#)

[#2720. MASSACHUSETTS ESTUDIA REGULAR EL WI-FI, LOS CONTADORES INTELIGENTES, Y MEJORAR LA PROTECCIÓN](#)

[#2561. MÓVIL Y WI-FI INCREMENTAN LA RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS](#)

[#2551. RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y NIVELES DE GLUCOSA EN SANGRE](#)

[#2501. EFECTO DE LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE ALTA FRECUENCIA SOBRE LAS CÉLULAS DE PURKINJE](#)

[#2451. EL WI-FI PRODUCE ESTRÉS OXIDATIVO EN EL CEREBRO E HÍGADO DE RATAS DE LABORATORIO](#)

[#1881. LOS TELÉFONOS MÓVILES INCREMENTAN LA INCIDENCIA DE CÁNCER DEL LÓBULO TEMPORAL](#)

[#1871. ANTENAS DE TELEFONÍA Y EFECTOS SOBRE EL BIENESTAR](#)

[#1841. RADIACIÓN DE LOS TELÉFONOS MÓVILES Y CAMBIOS EN LAS PLANTAS](#)

[#1821. TELÉFONOS MÓVILES, MICROONDAS Y ALZHEIMER](#)

[#1231. GENOTOXICIDAD DE LA RADIOFRECUENCIA EN PLANTAS](#)

[#1121. LA EXPOSICIÓN PRENATAL A RADIOFRECUENCIA AFECTA A TEJIDOS MUSCULARES Y ÓSEOS](#)

[#1001. DESGASTOS DE LA EPIDEMIOLOGÍA](#)

[#941. TUMORES PROMOVIDOS POR LA EXPOSICIÓN A RADIOFRECUENCIA](#)

[#891. TELÉFONOS MÓVILES, INALAMBICOS Y CÁNCER](#)

[#211. ALTA TENSIÓN](#)

[#21. REVISIÓN DE UNO: OVERPOWERED](#)

(#32) . TRÁFICO Y BIOMARCADORES

Los autores realizan un diseño muy interesante donde hacen que 23 personas adultas y sin problemas de salud recorran durante 2 horas 3 lugares diferentes de una ciudad, dos de ellos expuestos a tráfico y, por lo tanto, a múltiples fuentes de polución (aunque uno de ellos menos expuesto porque sólo circulaban automóviles), y un lugar ajardinado con niveles más bajos de contaminación por circulación de coches. Se les midieron varios biomarcadores, como segregación de cortisol, presión arterial, frecuencia cardiaca, etc., antes, justo después y 24 horas después de su exposición.

Los resultados no son demasiado claros. El bajo tamaño muestral dificulta encontrar significación estadística, por lo que es una gran limitación de este estudio. Cabría esperar cambios significativos en función de cada una de las 3 localizaciones, pero no ocurre así con todos los indicadores. Es cierto que hay un efecto significativo en algunos de ellos, como la presión arterial, pero paradójicamente es más baja a medida que hay más polución (lo que desde el punto de vista de salud cardiovascular sería deseable).

En mi opinión este estudio no arroja demasiada luz sobre los efectos a corto plazo de la exposición a la polución en las ciudades.

[Mirowsky, J. E., Peltier, R. E., Lippmann, M., Thruston, G., Chen, L. C., Neas, L., Díaz-Sánchez, D., Laumbach, R., Carter, J. D. & Gordon, T. \(2015\). Repeated measures of inflammation, blood pressure, and heart rate variability associated with traffic exposures in healthy adults. *Environmental Health*, 14,](#)

[66. doi: 10.1186/s12940-015-0049-0](https://doi.org/10.1186/s12940-015-0049-0)

Indicadores de calidad de la revista*

JCR Impact Factor (2014): **3.37**

SJR Impact Factor (2014): **1.28**

** Es simplemente un indicador aproximado para valorar la calidad de la publicación*

Todos los posts relacionados