

Cambios de importancia clínica Neurotransmisores bajo la influencia de campos de RF modulados: un estudio a largo plazo Estudiar en condiciones reales

Klaus Buchner y Horst Eger

Este seguimiento de 60 participantes durante un año y medio muestra un efecto significativo sobre el sistema adrenérgico después de la instalación de una nueva estación base de telefonía móvil en el pueblo de Rimbach (Baviera).

Después de la activación de la estación base GSM, los niveles de las hormonas del estrés, adrenalina y noradrenalina, aumentaron significativamente durante los primeros seis meses; los niveles del precursor dopamina disminuyeron.

Los niveles iniciales no se recuperaron ni siquiera después de un año y medio. Como indicador del desequilibrio crónico desregulado del sistema de estrés, los niveles de feniletilamina (PEA) disminuyeron significativamente hasta el final del período de estudio.

Los efectos mostraron una relación dosis-respuesta y se produjeron muy por debajo de los límites actuales para la exposición a la radiación de radiofrecuencia técnica. La desregulación crónica del sistema de catecolaminas tiene gran relevancia para la salud y es bien sabido que daña la salud humana a largo plazo.

Palabras clave: estación base de telefonía móvil, estudio a largo plazo, hormonas del estrés, radiación de radiofrecuencia, transmisor GSM, radiación de campo lejano

----- Introducción

A pesar de la distribución de numerosos transmisores inalámbricos, especialmente los de redes de telefonía móvil, sólo existen muy pocos estudios de campo reales sobre los efectos en la salud. En 2003, la Comisión de Protección Radiológica seguía constatando que no existían datos fiables sobre la exposición del público a la radiación UMTS cerca de las estaciones base UMTS (1).

Desde la década de 1960, los estudios ocupacionales sobre trabajadores con trabajo continuo. Las exposiciones a la radiación de microondas (radar, fabricación, comunicaciones) en la Unión Soviética han demostrado que las exposiciones a la radiación de RF por debajo de los límites actuales representan un riesgo potencial considerable. En la revisión de 878 estudios científicos se ofrece una descripción general completa.

Prof. Hecht, que realizó por encargo del Instituto Federal Alemán de Telecomunicaciones (contrato n.º 4231/630402) (2, 3).

Ya en la década de 1980, proyectos de investigación estadounidenses también demostraron en estudios a largo plazo que las ratas criadas en condiciones estériles y expuestas a radiación de radiofrecuencia de "bajo nivel" mostraban signos de estrés por una mayor incidencia de tumores endocrinos (4, 5).

Preocupados por esta "incertidumbre científica" sobre cómo la "radiación de torres de telefonía móvil" de radiofrecuencia afecta a la salud pública, 60 voluntarios del pueblo de Rimbach en el Bosque Bávaro decidieron participar en un estudio controlado a largo plazo que duró aproximadamente un año y medio, que fue llevado a cabo por INUS Medical Center GmbH y Lab4more GmbH en

Recopilación

Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter alta frecuencia Felder - Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen

Die vorliegende Langzeitstudie über einen Zeitraum von eineinhalb Jahren zeigt bei den 60 Teilnehmern eine significant Aktivierung des adrenergen Systems nach Installation einer örtlichen Mobilfunkseanlage in Rimbach (Bayern).

Die Werte der Stresshormone Adrenalin and Noradrenalin steigen in the ersten sechs Monaten nach dem Einschalten des GSM-

Remitentes significativos; die Werte der Vorläufersubstanz Dopamin se hunde nach Beginn der Bestrahlung erheblich ab. Der Ausgangszustand wird auch nach eineinhalb Jahren nicht wieder hergestellt. Als Hinweis auf die nicht regulierbare chronische Schiefelage des Stresshaushalts sinken die Werte des Phenyletil-aminas (PEA) bis zum Ende des Untersuchungszeitraums signifikant ab. unterliegen einem Dosis-Wirkungs-Zusammenhang und zeigen sich weit unterhalb gültiger Grenzwerte für technische Hochfrequenzbelastung. Chronische Dysregulationen des Katecholaminsystems sind von erheblicher gesundheitlicher Relevanz und führen erfahrungsgemäß langfristig zu Gesundheitsschäden.

Schlüsselwörter: Mobilfunk-Basisstationen, Langzeituntersuchung, Hormona del estrés, Mobilfunkstrahlung, Fernfeld

en cooperación con el Dr. Kellermann de Neuroscience Inc.1 .

Se determinaron factores de riesgo comunes, como agentes tóxicos externos y parámetros del sistema de catecolaminas (6), antes de la activación del transmisor GSM y se realizó un seguimiento en tres pruebas adicionales durante un período de más de 18 meses. El consentimiento informado de todos los participantes incluyó la condición de que los datos se publicaran de forma anónima.

----- Materiales y métodos

Entorno del estudio y selección de sujetos de estudio

En la primavera de 2004 se instaló en la montaña Buchberg en D-93485 Rimbach (Baja Baviera) un transmisor celular combinado GSM1 y GSM2 (banda de 900 MHz) con dos conjuntos de grupos de antenas cada uno.

La altura de instalación de las antenas para ambos sistemas es de 7,9 m; la distancia de seguridad horizontal a lo largo de la dirección del haz principal es de 6,3 o 4,3 m, respectivamente. En la misma torre hay también una antena direccional a 7,2 m (7).

1) Centro médico INUS, Dr. Adam-Voll Str. 1, 93437 Furth im Wald, teléfono: 09973/500 5412, www.inus.de; Lab4more GmbH, Prof. Dr. W. Bieger, Paul-Heysel-Straße 6, 80336 München, Tel.: 089/54321 730, info@lab4more.de; Neu-roScience Inc., Dr. Kellermann, 373 280th Street - Osceola, WI 54020 - EE. UU., Tel.: +1/715/294-2144, www.neuroscienceinc.com.

Poco después de que se supiera que se instalarían los transmisores inalámbricos, se pidió a todos los habitantes de Rimbach que participaran en un cribado masivo. El municipio tiene aproximadamente 2.000 habitantes. A finales de enero/principios de febrero de 2004 (poco antes de la activación de las antenas y del inicio de las emisiones de radiofrecuencia), así como en julio de 2004, enero de 2005 y julio de 2005, se determinó en orina de 60 voluntarios (27 hombres y 33 mujeres) de edades comprendidas entre 2 y 68 años el nivel de adrenalina, noradrenalina, dopamina y PEA (feniletilamina), que no se puede regular conscientemente.

La mayoría de los participantes en el estudio se inscribieron inmediatamente después de una reunión informativa celebrada a finales de enero de 2004, en la que se criticó la forma de proceder de los proveedores de servicios de telefonía móvil. Otros se inscribieron tras una convocatoria a la participación en el periódico local. Como Rimbach es un municipio pequeño, la propaganda boca a boca también desempeñó un papel importante. La participación resultó atractiva para los voluntarios porque se les ofreció una prueba de laboratorio que normalmente sería muy cara por una pequeña tarifa. Dado que el estudio requería mostrar el estado de los parámetros biológicos durante un período de tiempo determinado, sólo se incluyeron los sujetos del estudio que participaron en las cuatro pruebas.

Los datos que se presentan a continuación provienen principalmente de voluntarios que tienen un cierto interés en la vida de su comunidad y su salud.

Otras personas se han sumado al estudio de las hormonas del estrés por recomendación o petición de sus conciudadanos, lo que no cumple los requisitos de una muestra aleatoria. Sin embargo, el resultado de este estudio apenas se ve afectado porque Rimbach es un municipio muy pequeño, por lo que los contactos sociales que conducen a la participación son muy importantes y, probablemente, no influyen en los parámetros sanguíneos. Además, participaron numerosas familias numerosas en conjunto, por lo que el estado de salud de los miembros individuales de la familia no jugó ningún papel. Por este motivo, pero sobre todo por la estructura de la población, en el estudio participan muchos niños y sólo unos pocos adolescentes y adultos jóvenes: en Rimbach apenas hay oportunidades de formación profesional. Por el contrario, el municipio es atractivo para familias jóvenes con muchos hijos.

Recolección de muestras

La segunda orina de la mañana se recogió en el Centro Médico INUS los lunes entre las 9:00 y las 11:00 horas. Nos aseguramos de que la cita de cada participante siempre se programara a la misma hora y que la hora del desayuno o el estado de ayuno fuera el mismo para cada participante en todas las pruebas. El mismo día, las muestras se enviaron por correo exprés al Laboratorio del Dr. Bieger en Múnich, donde se procesaron. Además, las muestras también se enviaron a un laboratorio en Seattle para análisis de control (8-11).

Historial médico

Los médicos del Centro Médico INUS realizaron un historial médico completo de cada participante. En la prueba inicial, también se recogieron los siguientes datos: dirección exacta, tiempo medio de permanencia en casa, toxinas en el interior, estrés debido a carreteras con mucho tráfico y el número de empastes de amalgama. Este último número también incluía los empastes que ya se habían extraído. Se observó que un niño de nueve años estaba electrocutado.

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Sensibles a los efectos del cableado doméstico y de los aparatos conectados. Todos los demás participantes del estudio declararon no ser electro-sensibles.

Al realizar la historia clínica, a los participantes también se les preguntó sobre síntomas subjetivos y enfermedades crónicas al inicio y durante el estudio; si tenían sobrepeso, también se anotó. En este estudio, el sobrepeso en adultos se define como un peso mayor que la "altura corporal en cm menos 100 más 5 kg de tolerancia".

Sin embargo, los controles de coherencia del parámetro "sobrepeso" indican que, especialmente en el caso de los niños, se han aplicado diferentes criterios a la hora de elaborar la historia clínica. Por tanto, estos datos sólo pueden servir como punto de referencia. De todos modos, se incluyen aquí porque pueden proporcionar sugerencias para estudios posteriores.

Todos los trastornos atópicos como:

1. La fiebre del heno, la neurodermatitis, las alergias, el asma y el eczema se denominan "trastornos crónicos"; así como
2. Todas las inflamaciones crónicas como la interleucina o la COX-2.
problemas mediados;
3. Todas las enfermedades autoinmunes como el reumatismo, la esclerosis múltiple (EM);
4. Todos los trastornos metabólicos crónicos como diabetes, enfermedades hepáticas, enfermedades intestinales, enfermedades renales.

De los 16 participantes afectados crónicamente, 12 tenían alergias.

También se preguntó si había dispositivos DECT, Wi-Fi o Bluetooth.

vicios en la casa o departamento durante el periodo de estudio desde finales

Enero de 2004 a julio de 2005. También se incluyeron aquellos dispositivos presentes sólo durante una parte del periodo de estudio, pero no aquellos apagados durante la noche.

Mediciones del nivel de exposición

En su mayor parte, el municipio de Rimbach se encuentra en un lado de un estrecho valle en forma de V. La estación base de telefonía móvil está situada casi justo enfrente del centro del pueblo, en el otro lado. Se midieron los niveles de radiación de RF en el exterior de las residencias de todos los habitantes.

Los participantes del estudio, siempre que fuera posible, tenían una línea de visión directa del transmisor. Debido a que el municipio está ubicado en una pendiente, se observaron grandes diferencias dentro de las viviendas, dependiendo de si había o no una línea de visión hacia el transmisor. En tres casos, fue posible medir los niveles de exposición en la cabecera de la cama.

En estos casos, el valor pico de la densidad de potencia fue entre 3,5 y 14 veces inferior al de las mediciones realizadas delante de la casa con línea de visión directa al transmisor. La mayoría de los participantes no pudieron determinar la ubicación exacta de las estaciones base DECT, Wi-Fi y Bluetooth (si las hubiera), así como las posibles exposiciones ocupacionales, etc.

En un primer momento, las mediciones se realizaron con un medidor de RF de banda ancha HF38B de Gigahertz Solutions, para el cual el fabricante garantiza un margen de error de ± 6 dB como máximo (+ 7 decimales; pero este error se puede eliminar en gran medida seleccionando el rango de medición adecuado). Sin embargo, una inspección reveló que el margen de error era inferior a ± 3 dB. Además, el medidor de RF de banda ancha

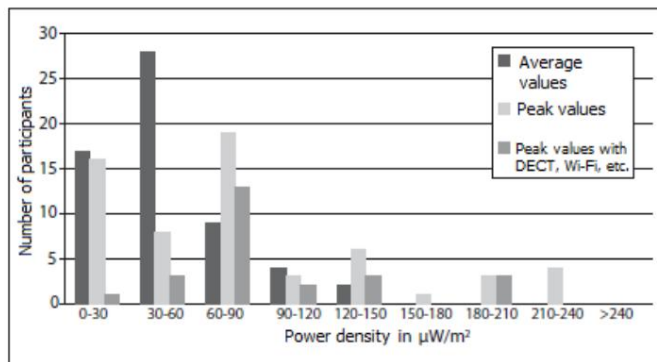


Fig. 1: Clasificación de los participantes en función del valor medio o pico del nivel de densidad de potencia GSM

En varios puntos se utilizó HF59B (± 3 dB, ± 5 decimales).

Este medidor de RF, las frecuencias relevantes se pueden analizar con filtros variables, las frecuencias de modulación ELF a través del análisis rápido de Fourier.

Al utilizar medidores de RF de banda ancha, el esfuerzo y los gastos de prueba se reducen en comparación con los analizadores de espectro. Por lo tanto, fue posible tomar medidas en un mayor número de puntos y, como resultado, fue más fácil determinar los máximos y mínimos de los niveles de densidad de potencia. Además, la precisión de los medidores de RF de banda ancha de alta calidad es similar a la de los analizadores de espectro.

En este estudio solo se consideran señales de teléfonos celulares: no DECT, Wi-Fi o dispositivos Bluetooth en el interior de los hogares o emisiones de estaciones de radiodifusión o televisión en Hohenbogen, una montaña sobre Rimbach. En su mayor parte, las emisiones de estos últimos transmisores se mantuvieron estables durante el periodo de estudio, mientras que el enfoque de este estudio se centra en los cambios en los niveles de exposición. Para casi todas las mediciones de muestra, la parte de la exposición debida al transmisor en Hohenbogen

La exposición a GSM fue de $35 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (valor pico) como máximo. Fue mayor en las residencias de solo dos participantes del estudio: $270 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (promedio) o $320 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (valor pico), respectivamente. En estas residencias, la exposición a GSM fue de aproximadamente $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Para la evaluación se utilizan los valores pico de las señales, ya que, en el caso de la radiación GSM, estos dependen menos del nivel de uso que los valores medios. El valor pico de la densidad de potencia de todos los participantes del estudio de Rimbach fue, en promedio, de $76,9 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

(Tabla 1).

En la Figura 1, la exposición de los participantes se da como niveles de densidad de potencia en incrementos de $30 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Clasificación del grupo de participantes y

Niveles de exposición

En el estudio participaron sesenta personas, cuya distribución por edades se muestra en la Figura 2 según los grupos de edad. Para captar el efecto de la estación base de telefonía móvil, se deben excluir en la medida de lo posible otros factores ambientales. Es de vital importancia garantizar que no haya diferencias importantes entre las personas con exposición alta y las personas con exposición baja que influyan en los resultados.

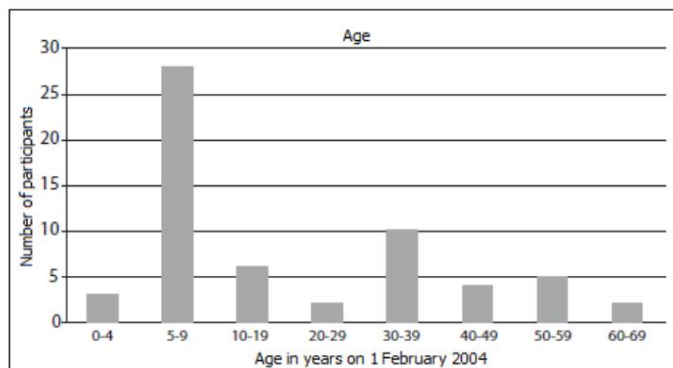


Figura 2: Distribución por edad de los participantes del estudio el 1 de febrero de 2004

	Todo	<=60 μW/m2	60-100 μW/m2	>100 μW/m2
Participantes	60	24	20	16
Densidad de potencia, promedio (μW/m2)	76,9	21.7	68.1	170.7
Adultos sanos	20	9	5	6
Adultos enfermos	9	6	2	1
Niños sanos	24	9	7	8
Niños enfermos	7	0	6	1
Sobrepeso	14	7	3	4
Número de amalgama	12	5	3	4
Evaluación de amalgama/persona	120	76.4	32.7	240
Calle	8	0	8	0
Toxinas en interiores	17	7	6	4
DECT, Wi-Fi, Bluetooth	25	4	14	7

Tabla 1: Datos sobre los 60 participantes del estudio que se clasifican en grupos de exposición 0 - 60 μW/m2, 60 - 100 W/m2, y superiores a 100 μW/m2, en función de los valores máximos relevantes de exposición a GSM frente a su residencia.

Información adicional:

La densidad de potencia, promedio (μW/m2) significa: valor pico promedio de exposición GSM nivel en la categoría correspondiente;

Adultos sanos: adultos sin enfermedades crónicas. Participantes que nacieron a partir del 1 de febrero de 1994 se considerarán niños y todos los demás adultos;

Adultos enfermos: adultos con enfermedades crónicas;

Niños sanos: niños sin enfermedades crónicas;

Niños enfermos: niños con enfermedades crónicas;

Sobrepeso: ver texto;

Número de amalgama: número de participantes que tenían al menos un empaste de amalgama (que puede haber sido retirado antes del período del estudio);

Evaluación de amalgama/persona: Para cada diente con un empaste de amalgama de un participante, el tamaño del empaste (valores de 1 a 3) se multiplica por el número de años que se ha colocado este empaste antes de la fecha de la prueba inicial de este estudio (redondeado al número entero más cercano). El valor en la tabla es la suma de estos números para todos los empastes de amalgama de una persona en la categoría respectiva dividido por el número de participantes con amalgama

empastes (= "número de amalgama");

Calle: número de participantes que viven en una calle muy transitada;

Toxinas en interiores: número de participantes que han tenido contacto con toxinas, barnices, conservantes, etc. en casa o en el trabajo;

DECT, Wi-Fi: número de personas que tenían DECT, Wi-Fi, Bluetooth o similar en casa a finales de enero de 2004 o después.

Como se muestra en la Tabla 1, el grupo con niveles de exposición superiores a 100 μW/m2 incluía menos personas con enfermedades crónicas y menos residentes en vías de mucho tráfico, pero exposiciones a amalgamas por empastes dentales considerablemente más altas en comparación con el promedio de los participantes. Sin embargo, estas diferencias no pueden explicar la evolución observada de los parámetros sanguíneos, como se demostrará más adelante.

A continuación. También debe tenerse en cuenta que el número de niños en el

El grupo de <= 60 μW/m2 es considerablemente menor que en los otros dos grupos.

Estadística

Debido a las grandes diferencias individuales en los valores sanguíneos, su distribución asimétrica y debido a los numerosos "valores atípicos", la evaluación que se presenta aquí se centra en el siguiente problema: "¿El nivel de una sustancia dada aumentó (o disminuyó, respectivamente) predominantemente en los sujetos de prueba?" Para este problema, se aplica la llamada prueba de Wilcoxon de rangos con signo por pares (12). En (13) se describe de forma fácil de entender cómo determinar los intervalos de confianza de las medianas.

Debido a las grandes diferencias en los valores individuales, nos abstuvimos de realizar análisis estadísticos adicionales, especialmente aquellos con métodos paramétricos.

Resultados

1 Hallazgos clínicos

En el momento de la elaboración de la historia clínica en el Centro Médico INUS se determinaron los niveles de adrenalina, noradrenalina, dopamina y feniletilamina (PEA). De los 60 participantes, once tenían problemas de sueño hasta finales de 2004. Durante el período de estudio (hasta julio de 2005), se notificaron ocho casos adicionales con estos problemas. A finales de enero de 2004, sólo dos participantes se quejaron de dolores de cabeza; a partir de entonces se notificaron ocho casos más. En el caso de las alergias, hubo once casos al principio y dieciséis más tarde; en el caso de los mareos, cinco y ocho; y en el caso de los problemas de concentración, diez y catorce. Debido al número limitado de participantes, no se pueden hacer afirmaciones significativas sobre los cambios durante el período de estudio en lo que respecta a las afecciones de tinnitus, depresión, hipertensión arterial, enfermedades autoinmunes, reumatismo, síndrome hiperkinético, trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), taquicardia y tumores malignos. (Tabla 2)

Síntomas	Antes Activación de transmisor	Después Activación de transmisor
Problemas de sueño	11	19
Dolor de cabeza	2	10
Alergia	11	16
Mareo	5	8
Problemas de concentración	10	14

Tabla 2: Síntomas clínicos antes y después de la activación del transmisor

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

2 Adrenalina

La evolución del nivel de adrenalina se muestra en la Figura 3. Tras la activación del transmisor desde enero hasta julio de 2004, a un claro aumento le sigue una disminución. En los participantes en la categoría de exposición superior a 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, la disminución se retrasa.

Como la distribución de los niveles de adrenalina es muy asimétrica, como se muestra en la Figura 4, los valores medianos son más adecuados para la evaluación que los valores promedio. Sin embargo, no hay una diferencia significativa entre la tendencia de la mediana y la tendencia de los valores promedio (Tabla 3). Pero se destaca que, en el grupo de exposición más baja con una densidad de potencia inferior a 60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, entre julio de 2004 y enero de 2005. Los valores medianos no disminuyen

La afirmación "Los niveles de adrenalina de los sujetos del estudio aumentaron después de la activación del transmisor, es decir, entre enero y julio de 2004" se confirma estadísticamente ($p < 0,002$), así como la afirmación "El nivel de adrenalina de los participantes del estudio disminuyó de julio de 2004 a julio de 2005" ($p < 0,005$). En el grupo de menor exposición, el aumento es el más pequeño. Hasta el final del período de estudio, estos valores no disminuyen.

Se puede observar una cierta relación dosis-respuesta para el aumento de los niveles de adrenalina desde enero de 2004 hasta julio de 2004. El aumento de las medianas fue de 2,3 $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina para todos los sujetos. A un nivel de radiación de RF de hasta 60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, la creatinina fue de 1,0 $\mu\text{g}/\text{g}$ y, por el contrario, para niveles de densidad de potencia entre 60 y 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ fue de 2,6 $\mu\text{g}/\text{g}$.

En el caso de los sujetos del grupo de exposición superior a 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ niveles de creatinina m^2 , se encontró que el valor era de 2,7 $\mu\text{g}/\text{g}$, es decir, que este valor no aumentó. Nos abstentemos de realizar ningún análisis estadístico adicional porque, como se muestra más adelante, el aumento de los niveles de adrenalina se observó principalmente en los niños y en los participantes con enfermedades crónicas, cuyo número no fue suficiente para desglosarlos en otros subgrupos.

		Enero 2004	Julio 2004	Enero 2005	Julio 2005
Todo	Promedio	8,56	10,79	8,84	9,14
	Mediana	7,44	9,75	8,40	7,45
	CI	5,9 - 8,4	6,6 - 11,7	6,1 - 10,0	6,5 - 9,6
0-60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	8,9	10,3	7,7	9,0
	Mediana	6,4	7,4	7,8	7,4
	CI	3,8 - 10,3	4,6 - 13,2	3,4 - 9,4	5,5 - 11,1
60-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	7,9	10,4	8,4	9,0
	Mediana	7,4	10,2	8,1	7,2
	CI	5,3 - 10,0	6,6 - 12,8	5,0 - 11,2	6,4 - 9,7
>100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	8,9	12,0	11,1	9,6
	Mediana	8,2	10,9	10,6	8,6
	CI	5,3 - 10,9	5,7 - 19,6	5,8 - 15,2	4,9 - 13,4

Tabla 3: Resultados de los niveles de adrenalina en $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina
IC = intervalo de confianza del 95% de la mediana

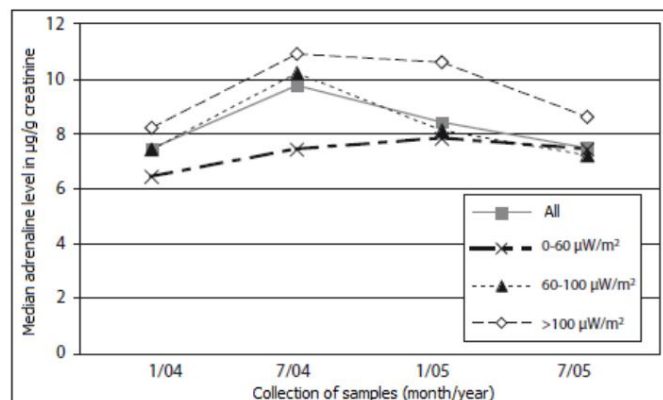


Fig. 3: Niveles medios de adrenalina de todos los ciudadanos participantes de Rimbach cuya exposición a la estación base del teléfono celular fue superior a 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, entre 60 y 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, o hasta 60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Los niveles de densidad de potencia se refieren a los valores máximos de exposición a la radiación GSM frente a una residencia determinada.

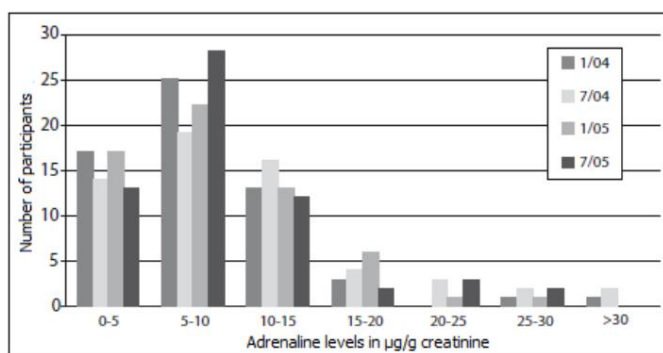


Fig. 4: Distribución de los niveles de adrenalina en $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina

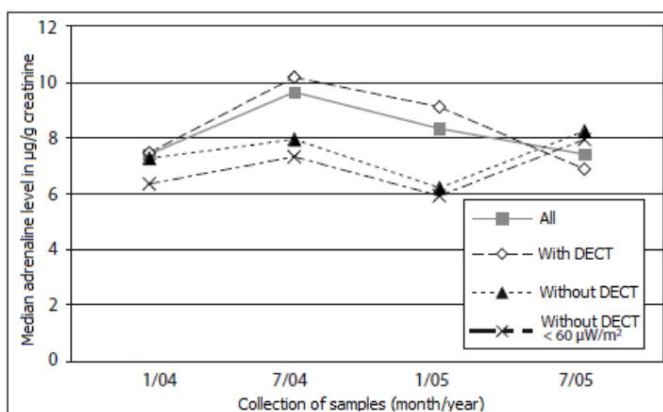


Fig. 5: Niveles medios de adrenalina para todos los ciudadanos participantes de Rimbach que tienen un teléfono DECT, Wi-Fi, Bluetooth o dispositivo similar, para aquellos que no tienen dichos dispositivos inalámbricos y para el grupo de menor exposición sin transmisores inalámbricos en interiores y con un nivel de densidad de potencia GSM de hasta 60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$.

El impacto de los dispositivos inalámbricos de interior como DECT, Wi-Fi y Bluetooth (estos últimos no se mencionan específicamente en los gráficos) se muestra en la Figura 5. Durante el primer año después de la activación del transmisor GSM, es decir, hasta enero de 2005 inclusive, el grupo con dispositivos inalámbricos de interior muestra las respuestas más fuertes.

Es posible que en los sujetos menos expuestos las fluctuaciones estacionales u otros factores como el "sobrepeso" de los valores hayan podido jugar un papel.

Cabe señalar aquí que tanto el promedio como la mediana
Los valores de adrenalina aumentaron después de la activación del transmisor.

y volvió a disminuir al cabo de un año. Sin embargo, esto sólo se aplica a niveles de exposición $>60 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Los sujetos con enfermedades crónicas y los niños mostraron respuestas especialmente fuertes; a excepción de algunos "casos atípicos", no se observó ningún efecto en los adultos sanos.

El nivel de adrenalina de los sujetos con sobrepeso y de aquellos con carga de amalgama apenas varió durante el período de estudio (Fig. 6). Por el contrario, los sujetos con enfermedades crónicas mostraron respuestas especialmente fuertes por encima de la media. De hecho, el aumento de los valores medianos entre enero y julio de 2004 para todos los sujetos del estudio fue causado predominantemente por niños y sujetos con enfermedades crónicas; los adultos sin ninguna enfermedad crónica muestran una curva plana. Durante este período, se midió un aumento del nivel de adrenalina entre 5 y 10,3 en tres adultos sanos. Debido a estos "valores atípicos", los valores promedio de los adultos sanos aumentaron claramente en contraste con los valores medianos.

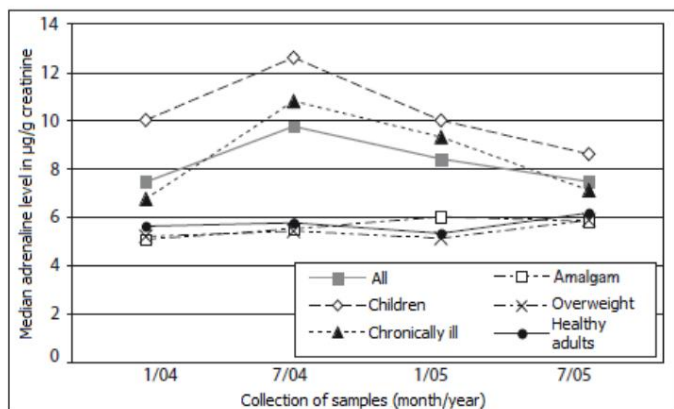


Fig. 6: Niveles medios de adrenalina de los niños participantes, de los sujetos con enfermedades crónicas, de aquellos con carga de amalgama y de los sujetos con sobrepeso en el estudio Rimbach en comparación con los niveles medios de todos los sujetos del estudio y de los adultos sin enfermedades crónicas.

La menor sensibilidad de los sujetos con carga de amalgama se puede explicar por el hecho de que el efecto se produce con mayor frecuencia en niños y que, según nuestra definición, los niños son menores de 10 años y apenas tienen empastes con amalgama.

3 Noradrenalina

Los resultados para la noradrenalina son similares a los de la adrenalina.

(Tabla 4, Fig. 7). La afirmación de que los niveles individuales de noradrenalina aumentaron de enero a julio de 2004 está bien respaldada estadísticamente con $p < 0,001$. El hecho de que los niveles disminuyeron entre julio de 2004 y julio de 2005 también está bien respaldado con $p < 0,0005$. Al igual que en el caso de la adrenalina, el período bajo investigación es julio de 2004 a julio de 2005 para tomar en consideración la disminución retardada en el grupo de alta exposición. Según la Tabla 4, la mediana de todos los niveles de noradrenalina a-line aumentó de enero a julio de 2004 para $11,2 \mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina; para exposiciones de hasta $60 \mu\text{W}/\text{m}^2$, hubo $2,2 \mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina,

$60-100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ $12,4 \mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina, y por encima de $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ $12,3 \mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina. Como en el caso de la adrenalina, el aumento para los dos últimos grupos es casi el mismo.

Nuevamente, no es posible verificar estadísticamente una relación dosis-respuesta. En la Figura 7, se muestra una relación dosis-respuesta.

		Enero 2004	Julio 2004	Enero 2005	Julio 2005
Todo	Promedio	55.8	64.9	57.7	55.7
	Mediana	49.8	61.0	52.2	53.5
0-60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	54.7	59.3	56.5	53.5
	Mediana	45.2	47.4	48.7	48.1
60-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	51.4	63.6	49.1	55.9
	Mediana	47,5	59,9	45,8	54,8
$>100 \mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	62.9	74.9	70.1	58.8
	Mediana	58.8	71.1	71.6	56.3
	CI	49,9-87,3	54,9-91,6	48,7-89,1	36,9-81,6

Tabla 4: Resultados de los niveles de noradrenalina en $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina
IC = intervalo de confianza del 95% de la mediana

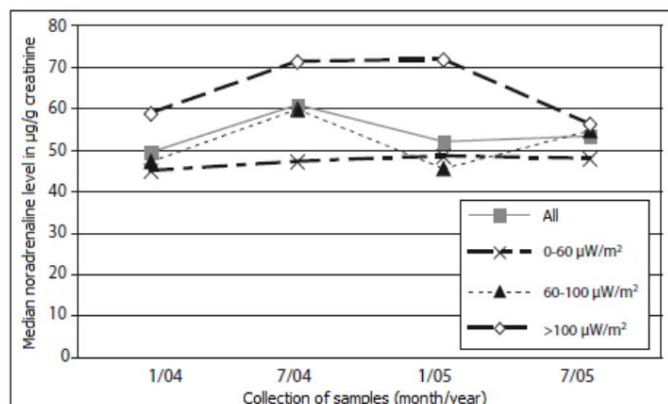


Fig. 7: Niveles medios de noradrenalina en todos los ciudadanos participantes de Rimbach en función de los niveles de densidad de potencia GSM (valores pico)

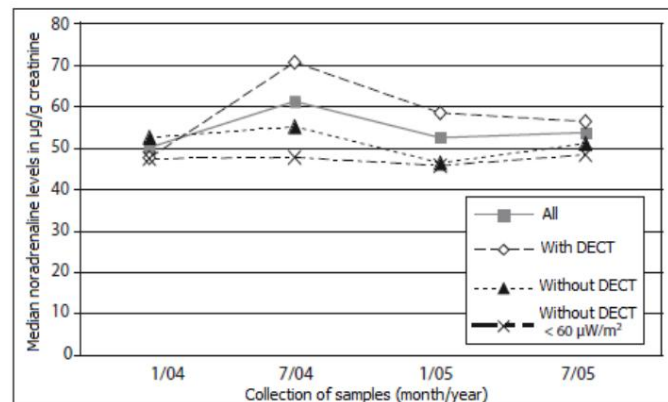


Fig. 8: Valores medios de noradrenalina para sujetos que tenían un teléfono DECT u otros dispositivos inalámbricos en casa, para aquellos que no tienen dispositivos inalámbricos en interiores, así como para sujetos sin dispositivos inalámbricos en interiores y con una exposición a la radiación GSM de hasta $60 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (valor máximo medido frente a la residencia)

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Se observa que la línea de puntos y trazos sirve de referencia para las personas con exposiciones muy bajas. Se destaca que el "periodo de recuperación", es decir, la disminución de los valores en 2005, se prolonga durante más tiempo en los sujetos del grupo de exposición con niveles de radiación GSM superiores a 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Esto también se corresponde con el comportamiento de la adrenalina. niveles.

En comparación con la adrenalina, la noradrenalina juega un papel algo mayor en las residencias donde existían dispositivos inalámbricos antes del comienzo de este estudio (Fig. 8).

La tendencia en la Figura 9 muestra que los niños y los sujetos con enfermedades crónicas, en contraste con los sujetos con sobrepeso, expresan respuestas fuertes a la radiación de las torres de telefonía móvil. Sin embargo, las proporciones no son tan claramente visibles como en el caso de la adrenalina. Especialmente en sujetos con sobrepeso, indican una respuesta lenta a la radiación GSM.

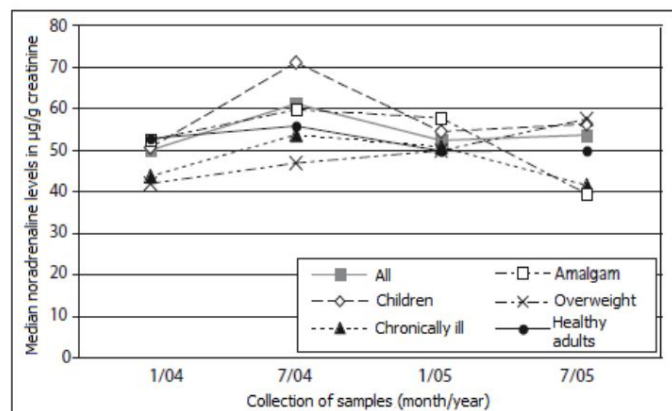


Fig. 9: Niveles medios de noradrenalina de niños, sujetos con enfermedades crónicas, aquellos con carga de amalgama y sujetos con sobrepeso en Rimbach en comparación con los valores medios de todos los sujetos del estudio y adultos sanos.

Sin embargo, la noradrenalina y la adrenalina respondieron de manera muy similar.

4. Dopamina

Para la dopamina, efectos inversos a los de la adrenalina y la noradrenalina.

Se observaron cambios en los niveles de dopamina. Los niveles medios de dopamina disminuyeron de 199 a 115 $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina entre enero y julio de 2004 (tabla 5). El hecho de que los niveles de dopamina de los sujetos del estudio disminuyeran durante este período es altamente significativo ($p < 0,0002$). A partir de entonces, la mediana aumentó de nuevo: en enero de 2005, estaba en 131 $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina, en julio de este año, en 156 $\mu\text{g}/\text{g}$. Este aumento también es significativo (para el aumento entre julio de 2004 y julio de 2005 $p < 0,05$).

También en este caso se trata de una relación dosis-respuesta: de enero a julio de 2004, la mediana de todos los sujetos disminuyó para 84 $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina, en el grupo de exposición hasta 60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ para 81, en el grupo de exposición por encima de 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ incluso 153 $\mu\text{g}/\text{g}$ (véase la tabla 5 y la figura 10). Esta relación dosis-respuesta es estadísticamente significativa según la prueba de Wilcoxon de rangos con signo (12) con $p < 0,025$. Se aplica la siguiente afirmación: "La disminución de los niveles de dopamina para niveles de exposición de hasta 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ es menor que para niveles de exposición superiores a 125 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ".

En pruebas de laboratorio posteriores, los niveles de dopamina no vuelven al mismo nivel que en enero de 2004. De la Figura 11 se desprende claramente que la correlación con exposiciones anteriores a dispositivos inalámbricos en interiores es pequeña.

		Enero 2004	Julio 2004	Enero 2005	Julio 2005
Todo	Promedio	233	158	138	164
	Mediana	199	115	131	156
	CI	168-273	86-160	111-153	145-175
0-60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	217	183	130	148
	Mediana	189	108	116	147
	CI	142-273	80-254	90-157	129-167
60-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	242	161	140	178
	Mediana	223	150	131	175
	CI	137-335	94-168	93-164	126-207
>100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	244	115	147	170
	Mediana	244	91	151	156
	CI	139-316	48-202	117-169	138-209

Tabla 5: Resultados de los niveles de dopamina en $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina
IC = intervalo de confianza del 95% de la mediana

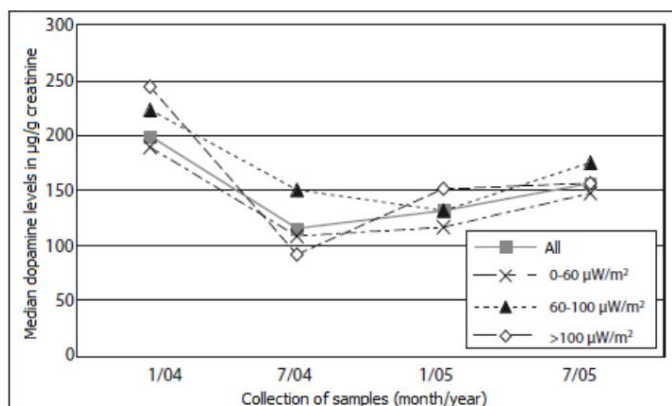


Fig. 10: Niveles medios de dopamina para diferentes niveles de densidad de potencia GSM

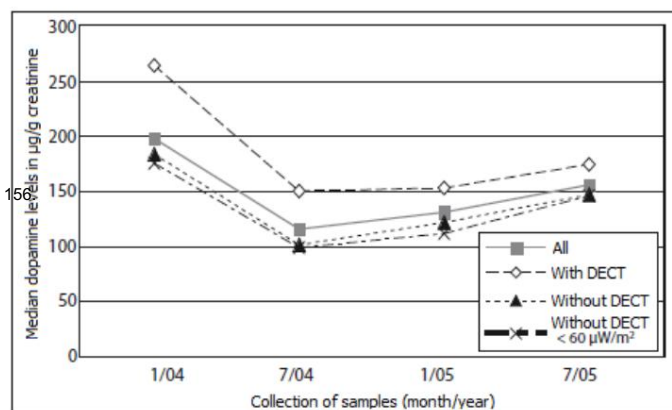


Fig. 11: Niveles medios de dopamina para todos los ciudadanos participantes de Rimbach, para Aquellos con y sin teléfono DECT, Wi-Fi o Bluetooth, y para aquellos sin dispositivos inalámbricos en interiores que tuvieron un nivel de exposición GSM por debajo de 60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (valor pico).

Cabe destacar que el grupo de menor exposición, sin dispositivos inalámbricos de interior y con un nivel de densidad de potencia GSM < 60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, responde casi tan intensamente como el resto de sujetos del estudio. Esto es coherente con los datos de la Figura 10: los datos sugieren que el efecto de la radiación sobre los niveles de dopamina ya se puede observar a niveles de densidad de potencia muy bajos; sin embargo, todavía puede aumentar a niveles superiores a 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$.

La figura 12 muestra que el efecto de la radiación es algo más pronunciado en los niños en comparación con el promedio, es decir, el gradiente de las curvas entre los dos primeros puntos de datos es algo mayor.

Sin embargo, la diferencia es demasiado pequeña para ser estadísticamente significativa.

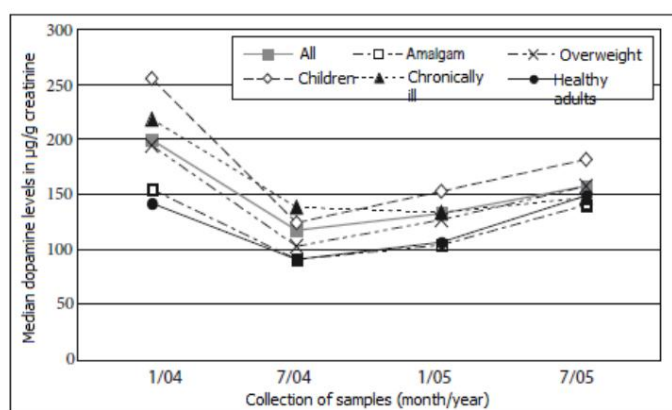


Fig. 12: Niveles medios de dopamina en niños, enfermos crónicos, con carga de amalgama, sujetos con sobrepeso y adultos sanos en Rimbach

En resumen, los niveles de dopamina disminuyeron después de la activación de la Transmisor GSM y no se restauraron al nivel inicial a lo largo del

Después de un año y medio, se observa una relación dosis-respuesta significativa. En los niños, la disminución es algo más pronunciada que en los adultos.

5-feniletilamina (PEA)

Los niveles de feniletilamina (PEA) responden más lentamente a la radiación en comparación con las sustancias investigadas hasta el momento (Tab. 6, fig. 13).

Sólo en el grupo de exposición a una radiación GSM superior a 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ los valores de PEA disminuyen durante los primeros seis meses. A partir de entonces, apenas se pueden apreciar diferencias entre los valores de PEA de los distintos niveles de densidad de potencia estudiados aquí.

La disminución de los niveles de PEA entre julio de 2004 y julio de 2005 es altamente significativa ($p < 0,0001$).

De manera similar a la adrenalina y la noradrenalina, una exposición previa a dispositivos inalámbricos en interiores intensifica el efecto de la radiación GSM.

(véase la figura 14). Los sujetos de los grupos de baja exposición sin dispositivos inalámbricos en interiores sí responden de forma retardada, pero después de seis meses responden con la misma claridad que los sujetos del grupo de mayor exposición. En este sentido, los niveles de PEA se comportan como los de la dopamina, en contraste con la adrenalina y la noradrenalina, que solo responden a campos más fuertes.

		Enero 2004	Julio 2004	Enero 2005	Julio 2005
Todo	Promedio	725	701	525	381
	Mediana	638	671	432	305
	CI	535 - 749	569 - 745	348 - 603	244 - 349
0-60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	655	678	523	329
	Mediana	604	653	484	243
	CI	477 - 835	445 - 835	279 - 675	184 - 380
60-100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	714	699	535	451
	Mediana	641	678	426	330
	CI	492 - 746	569 - 790	310 - 804	293 - 438
>100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	Promedio	843	739	514	371
	Mediana	780	671	413	305
	CI	451 - 1144	338 - 822	338 - 748	157 - 513

Tabla 6: Resultados de los niveles de feniletilamina (PEA) en ng/g de creatinina IC = intervalo de confianza del 95% de la mediana

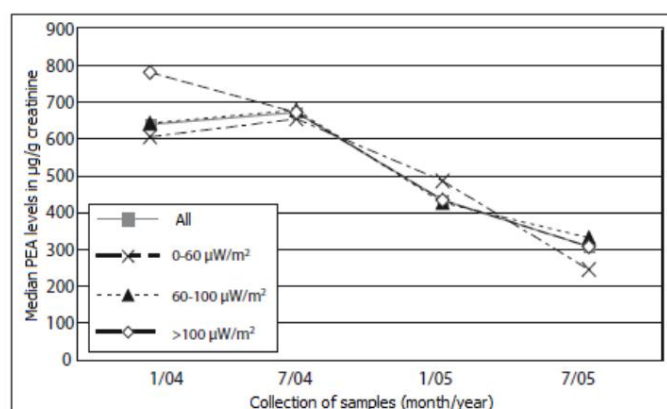


Fig. 13: Niveles medios de feniletilamina (PEA) para varios niveles de densidad de potencia GSM

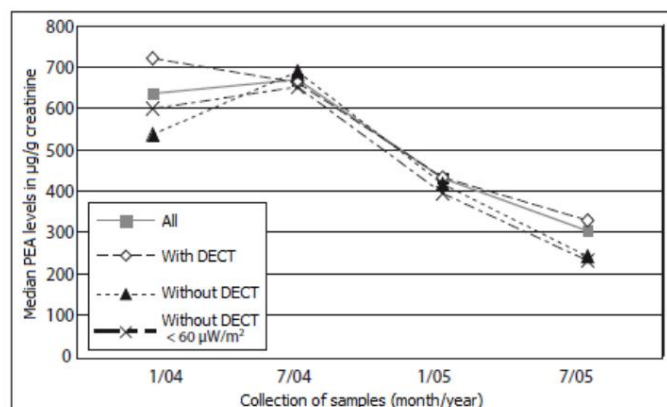


Fig. 14: Concentraciones medias de feniletilamina (PEA) en $\mu\text{g}/\text{g}$ de creatinina de Sujetos con y sin dispositivos inalámbricos en interiores en el hogar y sujetos sin dispositivos inalámbricos en interiores con un nivel de densidad de potencia GSM inferior a 60 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

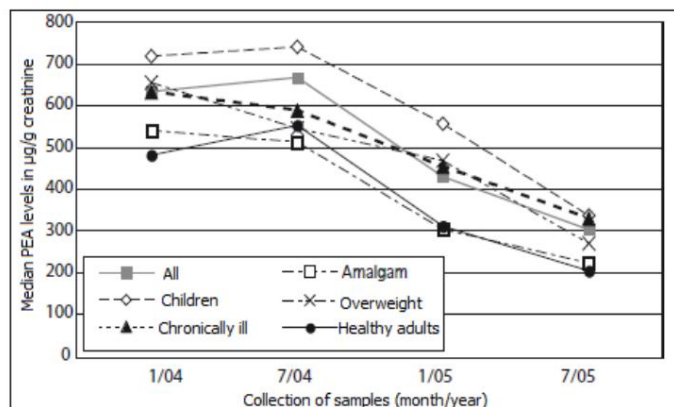


Fig. 15: Concentraciones medias de feniletilamina (PEA) en µg/g de creatinina en niños, enfermos crónicos, con carga de amalgama y sujetos con sobrepeso, así como adultos sanos en Rimbach

En los niños, el efecto de la radiación GSM sobre los niveles de PEA no es mayor que en la media de los sujetos del estudio; los adultos sanos tampoco reaccionan de forma sustancialmente diferente. A diferencia de las otras sustancias analizadas hasta ahora, el grupo de sujetos con sobrepeso sí reacciona con especial rapidez a la PEA.

Resumen de resultados

Los niveles de adrenalina y noradrenalina aumentan durante los primeros seis meses tras la activación del transmisor GSM; después vuelven a disminuir. Tras un periodo de exposición de un año y medio, los niveles iniciales se recuperan casi por completo. Sólo con niveles de densidad de potencia superiores a 100 µW/m² esta disminución se retrasa varios meses. Por el contrario, los niveles de dopamina disminuyen sustancialmente tras el inicio de la exposición. Incluso después de un año y medio, los niveles iniciales no se recuperan. Seis meses después de la activación del transmisor, los niveles iniciales se recuperan por completo.

Los niveles de PEA disminuyen continuamente durante todo el período de exposición. Solo en el grupo de exposición por encima de 100 µW/m² se observa este efecto de forma inmediata. Todos los hallazgos se observaron muy por debajo de los límites de exposición actuales (14).

Los dispositivos inalámbricos que se utilizan en casa, como DECT, Wi-Fi y Bluetooth, amplifican el efecto de la radiación GSM. En el caso de la adrenalina y la noradrenalina, los niños y los sujetos con enfermedades crónicas (en este caso, sobre todo, sujetos con alergias) se ven afectados casi exclusivamente. Sin embargo, la respuesta de los sujetos con enfermedades crónicas a la dopamina y la respuesta de los niños a la PEA son muy similares a las encontradas en la media de los sujetos del estudio. A excepción de la PEA, los sujetos con sobrepeso muestran respuestas muy débiles a la radiación GSM.

Discusión

Sistema de catecolaminas y feniletilamina (PEA)

La supervivencia de los mamíferos depende de su capacidad para responder a fuentes externas de estrés. Un eje establecido y bien investigado de

El sistema de estrés humano está representado por el sistema de catecolaminas (6, 15, 16). Puede ser activado por estresores psíquicos o físicos. Los impulsos mediados por los nervios son responsables de una inducción de la biosíntesis de catecolaminas a nivel de la tirosina hidroxilasa así como de la dopamina beta-hidroxilasa, donde el efecto se basa en una inducción de ambas enzimas. Muchos mecanismos reguladores bioquímicos controlan estrechamente la síntesis de catecolaminas (8, 15, 17). La desregulación crónica siempre conduce a problemas de salud a largo plazo. El desarrollo de hipertensión arterial bajo estrés continuo sirve como ejemplo clínico; los llamados "bloqueadores beta" bloquean directamente la acción de la adrenalina y la noradrenalina en los receptores diana, y es imposible imaginar una terapia basada en medicamentos sin ellos (15).

La PEA se puede sintetizar a partir del aminoácido esencial fenilalanina, ya sea a través de la tirosina, la dopamina, la noradrenalina y la adrenalina o por vía bioquímica directa (15) (Fig. 16). El efecto simpático-mimético de la PEA fue descrito por primera vez por Barger en 1910 (18).

La PEA también se sintetiza a partir de fenilalanina y se considera un neuromodulador superordinado para la regulación de la síntesis de catecolaminas (19-22).

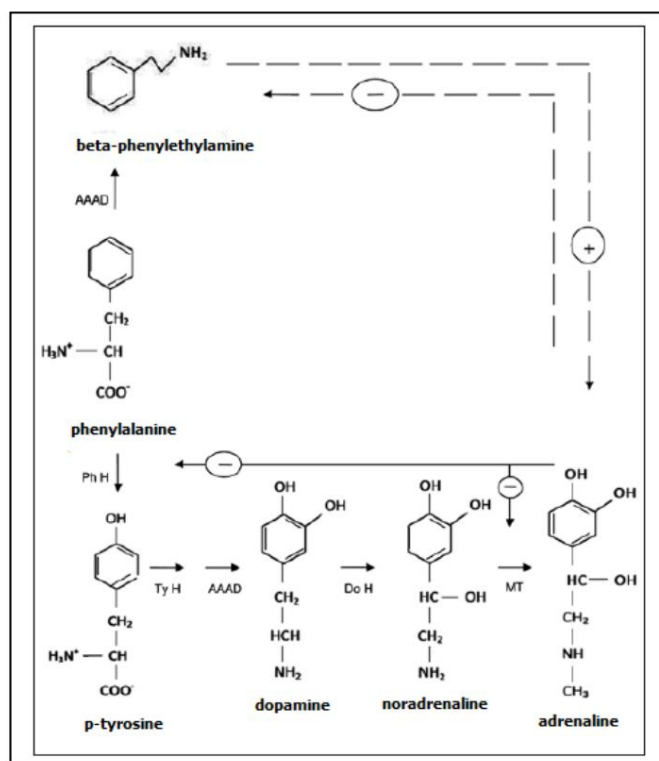


Fig. 16: Estructura química de los derivados del aminoácido esencial fenil-alanina y vías de síntesis simplificadas de catecolaminas o feniletilamina, respectivamente, simplificadas según Löffler (15).

Abreviaturas

AAAD: descarboxilasa de l-aminoácidos aromáticos,

DoH: dopamina beta-hidroxilasa,

PhH: fenilalanina hidroxilasa,

MT: n-metiltransferasa,

TyH: tirosina hidroxilasa

—(—)--- bucle de retroalimentación conocido, - (-) - - bucle de retroalimentación postulado

En 1976, Zeller describió las relaciones fisiológicas (23) y señala que la PEA es liberada por el cerebro a través de estimulación eléctrica (24).

El mecanismo de acción de la PEA en el sistema de catecolaminas es el centro de los esfuerzos actuales de investigación farmacéutica. En términos de biología molecular, el TAAR intracelular (receptor asociado a trazas de aminas)

Se han verificado los receptores acoplados a proteína G que median los efectos moduladores de la PEA (20).

En estudios in vivo, se han observado efectos similares a los de las anfetaminas en concentraciones nanomolares o micromolares altas de PEA. Durante un aumento de la PEA, también se libera una mayor cantidad de noradrenalina y dopamina y se altera la recaptación de estas sustancias (25, 26).

Según Burchett, se supone que se conocen los siguientes efectos de la PEA que amplifican el efecto de las catecolaminas: acción agonista directa a través del aumento de la liberación de transmisores, inhibición de la recaptación y estimulación de la síntesis de transmisores, así como inhibición de la monoaminoxidasa (MAO) (19). En este caso, es de destacar la alta lipofilia de la PEA, un requisito previo para la permeabilidad de las barreras de membrana como la barrera hematoencefálica; los niveles de PEA en el cerebro, el suero y la orina se correlacionan bastante bien (10, 21, 25, 27).

La relevancia clínica de los niveles de PEA modificados está bien documentada para las enfermedades mentales. La depresión endógena se asocia con niveles reducidos de PEA, por lo que la transición de la depresión a episodios maníacos se acompaña de un aumento de los niveles de PEA (28-32).

El aumento terapéutico del nivel de PEA tiene un efecto positivo en el curso de la enfermedad. La fenilalanina mejora la eficacia de los antidepresivos; la PEA por sí sola es un buen antidepresivo. eficaz en el 60% de los casos de depresión.

En personas con TDA/TDAH (trastorno por déficit de atención con hiperactividad), los niveles de PEA son sustancialmente más bajos; el tratamiento del TDAH con metilfenidato (Ritalin®) normaliza la excreción de PEA en la orina de los respondedores (33, 34).

Factores contribuyentes

Las pruebas de laboratorio de catecolaminas se establecieron hace años.

En enfermedades como el feocromocitoma, el neuroblastoma y la hipertensión arterial se detectan valores elevados, por lo que es imposible que un sujeto regule conscientemente estos valores. Los análisis de orina ofrecen, en particular, un nivel suficiente de sensibilidad y especificidad, ya que la orina contiene entre 100 y 1000 veces más valores que el plasma sanguíneo. El coeficiente de variación intraindividual oscila entre el 7 % y el 12 % de un día para otro; almacenadas en condiciones adecuadas, se puede garantizar sin problemas la estabilidad de las muestras.

(8).

En Rimbach, las muestras de orina se recogieron siempre a la misma hora del día para poder descartar una dependencia circadiana. También se descartaron otros factores contribuyentes, como el aumento de la actividad física y las comidas copiosas, recogiendo la orina por la mañana. Los factores estacionales de las muestras recogidas dos veces en invierno y

El verano debería haberse reflejado en los resultados de las pruebas como niveles ondulantes. Solo en los niveles de adrenalina de los grupos de menor exposición (figura 5) se puede encontrar una correlación correspondiente. Todos los demás datos no indicaron ninguna influencia estacional.

En el estudio presentado aquí, la selección de los ciudadanos participantes de Rimbach no se basó en una asignación aleatoria, sino en una autoselección. Podemos suponer que los sujetos, especialmente los adultos, se habían informado sobre el problema de la radiación de las torres de telefonía móvil. Sin embargo, dado que es imposible regular conscientemente estos niveles, esta autoselección no debería tener ninguna influencia en este estudio.

Especialmente en niños menores de diez años, no se cree que sea posible mantener un estado crónico de ansiedad durante un año y medio debido a un término abstracto como la radiación de las torres de telefonía móvil.

Este estudio se limita a las siguientes preguntas: "¿El nivel de una sustancia dada aumentó o disminuyó predominantemente durante el período de estudio?" Independientemente de cada modelo, esta pregunta se puede responder claramente con la prueba de Wilcoxon y la indicación del intervalo de confianza. Los resultados correspondientes están estadísticamente muy bien respaldados. Cualquier afirmación más allá de esto, por ejemplo, la dependencia de los niveles de ciertos parámetros, no se puede realizar porque con 60 sujetos de estudio el número de casos es demasiado pequeño para establecer el mismo tipo de significación estadística.

La gran ventaja de los "datos de Rimbach" es que antes de enero de 2004 los niveles de exposición eran muy bajos porque no había torres de telefonía móvil y sólo unos pocos ciudadanos tenían instalados dispositivos DECT, Wi-Fi y similares. Además, gracias a los equipos de prueba con una precisión de medición inferior a ± 3 dB combinados con mediciones de control repetidas, la clasificación de los grupos de exposición puede considerarse verificada.

En el caso de las hormonas del estrés, adrenalina y noradrenalina, el aumento se produjo sólo después de la instalación y activación del transmisor y, posteriormente, los niveles continuaron disminuyendo pero no se normalizaron por completo.

En el caso de la dopamina, tras la activación de la nueva antena de la torre de telefonía móvil se pudieron observar diferencias significativas en la relación dosis-respuesta según el grupo de exposición. Además, los niveles decrecientes de la PEA reguladora hipotéticamente superior no respaldan la hipótesis de que el factor de estrés para los cambios observados en el sistema adrenérgico se encontraría exclusivamente en el ámbito de los factores psicológicos.

Modo de acción de la radiación de microondas

Existe una amplia gama de evidencia para interpretar las nuevas exposiciones a las microondas como un factor estresante invisible.

Las microondas son absorbidas por los tejidos vivos. Las frecuencias utilizadas en la tecnología de los teléfonos móviles tienen una vida media de penetración de varios centímetros, por lo que las membranas celulares no constituyen ningún obstáculo (35).

Las microondas provocan un mal funcionamiento de las enzimas directamente, por ejemplo mediante la monomerización (36). Por lo tanto, es concebible que las enzimas del sistema de las catecolaminas puedan verse afectadas directamente.

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Los procesos intracelulares se modifican y la mitosis celular se ve alterada por fuerzas que actúan sobre el aparato del huso celular (37, 38) El cuerpo humano necesita un nivel de reparación más elevado, comparable al de un estado crónico de estrés. Sanders ya en 1980 demostró una disminución del trifosfato de adenosina (ATP) debido a la exposición a microondas en el tejido intracerebral (39).

Dentro de los límites de exposición actuales, Friedman pudo demostrar el estrés causado por las microondas en las membranas celulares de un modelo celular (40).

Los radicales de oxígeno formados por NADH tienen un efecto activador sobre las cascadas intracelulares posteriores que amplifican el efecto de membrana en un factor de 107. que a su vez modifican sustancialmente los procesos intracelulares (17). Incluso los trastornos reproductivos debidos a las microondas están mediados por la formación de radicales libres (41).

En la industria se utilizan cada vez más aparatos de microondas para la síntesis química de peptoides, que permiten una producción cien veces más rápida y precisa incluso sin ningún calentamiento mensurable (42). Los efectos tóxicos de los radicales libres formados por las microondas se utilizan en aplicaciones técnicas como la purificación del agua (43).

En varios estudios se han descrito los síntomas crónicos de los residentes cerca de las antenas de las torres de telefonía móvil (44-48). Curiosamente, la expansión de las redes inalámbricas se corresponde con el aumento de los gastos de prescripción de metilfenidato, un fármaco cuya estructura química está relacionada con la PEA y que está indicado en casos de déficit de atención.

Trastorno por Déficit de Atención (TDA) (49).

Estudios a largo plazo de cinco años sugirieron un aumento en la incidencia de cáncer debido a la exposición a microondas (50, 51). Dado que el sistema de catecolaminas está directamente vinculado con el sistema nervioso dentro del marco psiconeuroinmunológico, además de sus efectos específicos sobre los órganos, el aumento observado en la incidencia de cáncer ahora también puede entenderse desde una perspectiva fisiopatológica (6, 15, 52, 53).

Hipótesis del curso de la respuesta al estrés en Rimbach

En los años 50 se realizaron importantes investigaciones sobre el eje estrés-respuesta. Selye estableció la teoría, hoy generalmente aceptada, del síndrome general de adaptación del cuerpo humano a un factor estresante (16). Distinguió tres etapas en la respuesta al estrés, que se pueden encontrar nuevamente en la descripción del síndrome de microondas según Hecht (2, 3). Así, después de las etapas de alarma y resistencia, comienza la última etapa de agotamiento (Fig).

17) Los parámetros investigados en el estudio de Rimbach siguen este patrón.

ETAPA I—Etapa de activación

Los resultados del estudio a largo plazo presentado aquí muestran una activación inmediata del sistema adrenérgico. Después de la activación de la estación base de telefonía móvil en investigación, los parámetros adrenalina y noradrenalina aumentan significativamente en un período de un año y medio. Debido al aumento de la producción de las hormonas finales noradrenalina/adrenalina, aumenta el uso de dopamina y, como resultado, disminuye el nivel de dopamina.

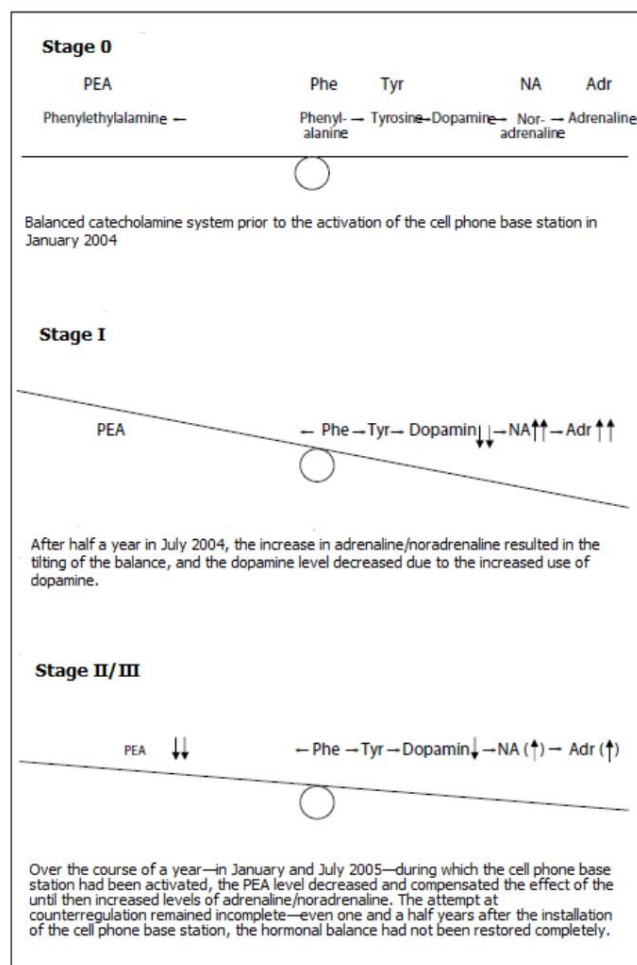


Fig. 17: Evolución por etapas de la respuesta al estrés en Rimbach

El aumento del nivel de dopamina es más pronunciado cuanto mayor es el nivel de exposición a la radiación GSM en el lugar de residencia de los participantes individuales.

ETAPA II—Etapa de adaptación

Después de esta fase de activación simpaticotónica, el cuerpo intenta compensar el aumento de adrenalina y noradrenalina. Para inhibir la producción excesiva de catecolaminas y garantizar una regulación estable, el nivel de feniletilamina (nivel de PEA) disminuye. En este caso, la disminución de PEA comienza primero en el grupo de mayor exposición.

ETAPA III—Etapa premórbida

Según nuestra hipótesis, los efectos de la adrenalina y la noradrenalina son inhibidos por mecanismos de retroalimentación a expensas de un nivel de PEA disminuido de forma crónica durante seis meses continuos.

Sin embargo, el intento de contrarregulación sigue siendo incompleto.

Incluso un año y medio después de la instalación del teléfono celular estación base; el equilibrio hormonal no se había restablecido

El nivel de PEA se mantiene en un nivel bajo, lo que debe interpretarse como evidencia del comienzo del agotamiento.

----- Conclusión

Por lo tanto, se propone la siguiente hipótesis: aunque los participantes mantuvieron su estilo de vida habitual, desarrollaron estrés crónico con un aumento primario de adrenalina/noradrenalina y una posterior disminución de dopamina en respuesta a la exposición a las microondas de la estación base de telefonía móvil recién instalada. Durante la etapa de contrarregulación, la "amina traza" PEA disminuye y permanece disminuida.

Esto tiene una gran relevancia clínica, ya que los síntomas psiquiátricos también presentan niveles alterados de PEA. En el caso de Rimbach, el aumento de los problemas de sueño, cefalea, vértigo, problemas de concentración y alergias se pudo documentar clínicamente después de que se activara la estación base del teléfono móvil. Los nuevos síntomas desarrollados se pueden explicar clínicamente con la ayuda de alteraciones en el eje de estrés humoral (53).

Una vez agotados los mecanismos biológicos de retroalimentación, se pueden esperar graves problemas de salud. Las posibles consecuencias a largo plazo de permanecer atrapado en la fase de agotamiento ya han sido descritas por Hecht y Selye (3, 16).

Por lo tanto, los resultados significativos presentados aquí no sólo proporcionan evidencia clara de los efectos relevantes para la salud en los sujetos de estudio de Rimbach después de que se hubiera instalado allí una nueva estación base GSM, sino que también ofrecen la oportunidad de realizar un análisis causal. Esto ya se ha realizado con éxito en el "estudio de apagado" de Schwarzenburg, Suiza (54). En Rimbach, los niveles documentados deberían volver a la normalidad una vez que se cierre la estación base pertinente.
cerrar.

Evidencia epidemiológica

Existe evidencia epidemiológica actual de la considerable relevancia clínica de la disfunción del eje de estrés humoral con sus puntos finales de disminución de la PEA y aumento de la adrenalina, como lo documentamos.

1. En una gran proporción de pacientes con TDA/TDAH se observan niveles reducidos de PEA. Como tratamiento se utiliza metilfenidato, una sustancia que está estructuralmente relacionada con la PEA. Entre 1990 y 2004, la época del auge de los teléfonos móviles, los costes de prescripción de este medicamento se habían multiplicado por 86 (49, 55).

2. En el marco del Programa Alemán de Investigación en Telecomunicaciones Móviles, se evaluaron aproximadamente 3.000 niños y adolescentes. En Baviera se han estudiado los niveles de exposición individual a la radiación de los teléfonos móviles en relación con los problemas de salud. Entre los distintos conjuntos de datos, el conjunto de datos sobre problemas de conducta mostró un aumento significativo del riesgo tanto en los adolescentes (OR: 3,7, IC del 95 %: 1,6-8,4) como en los niños (OR: 2,9, IC del 95 %: 1,4-5,9) en el grupo de mayor exposición (56). Por primera vez, el "Estudio Rimbach" proporciona un modelo de explicación en términos bioquímicos.

3. Los feocromocitomas son tumores de la glándula suprarrenal que secretan adrenalina y noradrenalina (57). Este tipo de tumor debido a la exposición a microondas ya se ha demostrado en animales.

Experimentos en 1985 (5). El aumento de esta enfermedad en la población estadounidense es muy significativo. Simultáneamente con el aumento de la exposición local a microondas debido a un mayor número de estaciones base y al uso de tecnologías de comunicación inalámbrica, el número de casos aumentó de 1.927 a 3.344 entre 1997 y 2006 (58, 59).

El médico tiene la responsabilidad de trabajar por la preservación de la base natural de la vida en lo que respecta a la salud humana (60), pero ahora es tarea de los organismos responsables (departamento de salud pública, Ministerio de Medio Ambiente y Salud Pública del estado de Baviera, así como otros ministerios federales) investigar la situación actual.

Nota

Para la recolección de datos se contó con el apoyo financiero y de personal del Centro Médico INUS y de los dos laboratorios Lab4more GmbH y Neuroscience Inc.

Las instituciones mencionadas anteriormente tuvieron la amabilidad de proporcionar exámenes clínicos y pruebas de laboratorio para la evaluación sin financiación externa.

Reconocimiento

Muchas gracias a los participantes de Rimbach, así como al personal del Clínicas y laboratorios de apoyo, sin cuyos esfuerzos este estudio No se habría llevado a cabo. Por el desciframiento de la escritura críptica, debemos nuestra gratitud a Christina Panchyrz.

Contacto:

Profesor Dr. rer. nat. Dr. habil. Klaus Buchner
Calle Straßbergerstraße 16
80809 Múnich

Dr. medicina. Horst Eger (Correspondencia)
Ärztlicher Qualitätszirkel „Elektromagnetische Felder in der
Medizin - Diagnóstico, Terapia, Ambiente; (Código n° 65143 KV Bayern)
Plaza del mercado 16
95119 Naila

Correo electrónico: horst.eger@arcormail.de

Nota del editor

El artículo anterior se identifica como un artículo científico original. y fue sometido a un proceso especial de revisión por pares en cooperación con el Consejo Asesor Científico.

El Editorial
Equipo

Traducción

Por Katharina Gustavs y autorizado por los autores y el editor.
Publicación original: BUCHNER K, EGER H. (2011): Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder - Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen (Wissenschaftlicher Originalbeitrag). Umwelt-Medizin-Gesellschaft 24(1): 44-57.

(Enviado: 9 de julio de 2010)

(Versión revisada aceptada: 13 de diciembre de 2010)

Literatura

(1) STRAHLENSCHUTZKOMMISSION (2003): Forschungsbedarf im Sonder-forschungsprogramm Mobilfunk, 3./04.07.2003.

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

- (2) HECHT, K. (2001): Auswirkungen von Elektromagnetischen Feldern - Eine Recherche russischer Studienergebnisse 1960-1996, [Erhebung im Auftrag des Bundesinstituts für Telekommunikation (Auftrag Nr. 4231/630402)], umwelt-medizin-gesellschaft 14(3): 222-231.
- (3) HECHT, K., SAVOLEY, EN (2007): Überlastung der Städte mit Sendeanlagen - eine Gefahr für die Gesundheit der Menschen und eine Störung der Ökotochik
Centro Internacional de Investigación de Tecnologías Saludables y Ecológicas, Berlín.
- (4) BECKER, RO (1990): Cross Currents, JP Tarcher, Los Ángeles.
- (5) GUY, AW, CHOU, CK, KUNZ, LL, CROWLEY, J., KRUPP, J. (1985): Efectos de la Término exposición a radiación de radiofrecuencia de bajo nivel en ratas, resumen, agosto de 1985, Preparado para la ESCUELA DE MEDICINA AEROSPAZIAL DE LA USAF, Seattle, USAFSAM-TR-85-64, número de contrato F33615-80-C-0612, 9: 1-20.
- (6) SCHMIDT, RF, THEWS, G. (1983): Physiologie des Menschen, 21. Auflage, Springer Verlag, Berlín: 124
- (7) BUNDESNETZAGENTUR (2004): STANDORTBESCHEINIGUNG Nr. 680 894 vom 5. 4 2004
- (8) THOMAS, L. (1992): Labor und Diagnose, 4. Auflage, Die Medizinische Sociedad editorial de Marburgo.
- (9) LABOR DIAGNOSTIKA Nord GmbH & Co. KG (Hrsg) (2008): Instrucciones para Usar 3-Gato _____ [http://www.ldn.de/index.php/Catecolamines-ELISA/View-all-productos.html, letzter Zugriff: 11.11.2010].
- (10) BIEGER, WP (2004): Neurociencia - Grundlagen, Diagnostik und Therapie von Sustancias que afectan a los neurotransmisores Erupciones, [http://dr-bieger.de/neurostress-aktualisierte-kurzuebersicht/#0, letzter Zugriff: 08.06.2010].
- (11) HUISMANN, H., WYNVEEN, P., SETTER, PW (2009): Estudios sobre el sistema inmunológico Respuesta y preparación de anticuerpos contra un gran panel de neurotransmisores y aminas biógenas: respuesta de anticuerpos policlonales específicos y tolerancia, Revista de Neuroquímica, 10.1111/j.1471-4159.2009.06492.x.
- (12) BÜNING, H., TRENKLER, G. (1978): Nichtparametrische statistische Methoden, W. de Gruyter, Berlín, Nueva York.
- (13) BOSCH, K. (2005): Elementare Einführung in die angewandte Statistik, vieweg Estudio, Wiesbaden.
- (14) COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES NO IONIZANTES - ICNIRP (1998): Directrices para limitar la exposición a radiaciones eléctricas y magnéticas variables en el tiempo. y campos electromagnéticos (hasta 300 GHz). Health Physics 74 (4): 494-522; 1998. [http://www.icnirp.org/PubMost.htm, letzter Zugriff 11.11.2010].
- (15) LÖFFLER, G., PETRIDES, P. (1997): Biochemie und Pathochemie, 6. Auflage, Springer Verlag, Berlín: 800-821.
- (16) SELYE, H. (1953): Einführung in die Lehre von Adaptations-Syndrom, Thieme Editorial, Stuttgart.
- (17) LINDER, H. (2005): Biologie, 22. Auflage, Schroedelverlag, Braunschweig: 155
- (18) BARGER, A., DALE, H. (1910): Estructura química y acción simpaticomimética de aminas, J. Physiol. (Londres) 41: 19-59.
- (19) BURCHETT, SA, HICKS, TP (2006): Las misteriosas aminas traza: Protean neuromoduladores de la transmisión sináptica en el cerebro de los mamíferos, Avances en Neurobiología 79: 223-246.
- (20) LINDEMANN, L., HOENER, M. (2005): Un renacimiento en trazas de aminas inspirado en una nueva familia de GPCR, TRENDS in Pharmacological Sciences 26(5): 274-281.
- (21) BERRY, MD (2004): Aminas traza del sistema nervioso central de los mamíferos Anfetaminas farmacológicas, neuromoduladores fisiológicos, J. Neurochem. 90: 257-271.
- (22) XIE, Z., MILLER, GM (2008): La β-feniletilamina altera el transportador de monoamina Función a través del receptor asociado a aminas traza 1: implicación para funciones moduladoras de trazas de aminas en el cerebro, Revista de farmacología y terapia experimental Medicina 325: 617-628.
- (23) ZELLER, EA, MOSNAIM, A. D, BORISON, R. L, HUPRIKAR SV (1976): Fenil-Etilamina: Estudios sobre el mecanismo de su acción fisiológica, avances en Psicofarmacología Bioquímica 15: 75-86.
- (24) ORREGO, H. (1976): com. Mitteilung, en: ZELLER, EA, MOSNAIM, A. D, BORISON, R. L, HUPRIKAR SV (1976): Feniletilamina: estudios sobre el mecanismo de su Acción fisiológica, avances en psicofarmacología bioquímica 15: 83.
- (25) BOULTON, A. (1976): Identificación, distribución, metabolismo y función de Meta y para-tiramina, feniletilamina y triptamina en el cerebro, avances en Psicofarmacología Bioquímica 15: 57-67.
- (26) BERRY, MD ET AL. (1994): Los efectos de la administración de oxido de monoamina Inhibidores de la dase-B en las respuestas de las neuronas estriatales de la rata a la dopamina, Br. J. Pharmacol. 113: 1159-1166.
- (27) RAO, TS, BAKER, GB, COUTTS, RT (1987): N-(3-Cloropropil)fenil-Etilamina como posible profármaco de β-feniletilamina: estudios en el cerebro de ratas, Progreso en neuropsicofarmacología y psiquiatría biológica 11: 301-308.
- (28) SABELLI, HC, MOSNAIM, AD (1974): Hipótesis de la feniletilamina sobre el efecto comportamiento cognitivo, Am. J. Psychiatry 131: 695-699.
- (29) SABELLI, HC (1995): Modulación del afecto por feniletilamina, Journal of neuro-Ropsiquiatría y neurociencias clínicas 7: 6-14.
- (30) BIRKMAYER, W., RIEDERER, P., LINAUER W., KNOLL, J. (1984): El antidepressivo eficacia del I-deprenil, Journal of Neural Transmission 59: 81-7.
- (31) DAVIS, BA, BOULTON, AA (1994): Las aminas traza y sus metabolitos ácidos. Los bolites en la depresión: una visión general, Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry 18: 17-45.
- (32) SABELLI, H., FINK, P., FAWCETT, J., TOM, C. (1996): Antidepressivos de acción sostenida Efecto del reemplazo de PEA, Revista de neuropsiquiatría y neurociencia clínica Enseñanzas 8: 168-171.
- (33) BAKER, GB, BORNSTEIN, RA, ROUGET, AC, ASHTON, SE, VAN MUYDEN, C., COUTTS, RT (1991): Mecanismos feniletilaminérgicos en el déficit de atención Trastorno, Psiquiatría Biológica 29: 15-22.
- (34) KUSAGA, A., YAMASHITA, Y., KOEDA, T., HIRATANI, M., KANEKO, M., YAMADA, S., MATSUI, T. (2002): Aumento de feniletilamina en orina después de metilfenidato Tratamiento en niños con TDAH, Anales de neurología, 52(3): 372-4.
- (35) SCHLIEPHAKE, E. (1960): Kurzwellentherapie, Stuttgart, Fischer Verlag [mit Zitat aus: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Heft 32: 1235 (5 de agosto de 1932)].
- (36) BARTERI, M. (2005): Efectos estructurales y cinéticos de las microondas de los teléfonos móviles sobre la actividad de la acetilcolinesterasa, Química Biofísica 113: 245-253.
- (37) SCHMID, E., SCHRADER, T. (2007): Diferente eficacia biológica de los iones ionizantes. y radiaciones no ionizantes en células de mamíferos, Adv. Radio Sci. 5: 1-4.
- (38) SCHRADER, T., SCHMID, E., MÜNTER, K., KLEINE-OSTMANN, T. (2008): Alteraciones del huso en células híbridas humano-hámster (AL) inducidas por dispositivos móviles Señales de rango de frecuencia de comunicación, Bioelectromagnetismo 29: 626 - 639.
- (39) SANDERS, AP, SCHAEFER, DJ, JOINES, WT (1980): Efectos de las microondas en Metabolismo energético del cerebro de rata, Bioelectromagnetismo 1: 171-182, 42
- (40) FRIEDMAN, J., KRAUS, S., HAUPTMAN, Y., SCHIFF, Y., SEGER, R. (2007): Mecanismo de una activación de ERK a corto plazo por campos electromagnéticos en frecuencias de teléfonos móviles cy, Revista Bioquímica 405(Pt 3): 559-568.
- (41) DESAI, NR, KESARI, KK, AGARWAL, A. (2009): Fisiopatología de la telefonía celular Radiación: estrés oxidativo y carcinogénesis con especial atención al sistema reproductivo masculino sistema, Biología Reproductiva y Endocrinología 7: 114: 1-9.
- (42) OLIVOS, HJ, ALLURI, PG, REDDY, MM, SALONY, D., KODADEK, T. (2002): Síntesis de peptoides en fase sólida asistida por microondas, Organic Letters 4(23): 4057-4059.
- (43) HORIKOSHI, S., HIDAHA, H., SERPONE, N. (2003): Radicales hidroxilo en microondas Fotocatálisis. Formación mejorada de radicales OH investigada mediante técnicas ESR en Fotocatálisis asistida por microondas en dispersiones acuosas de TiO2, Física Química Cartas 376: 475-48.
- (44) SANTINI, R., SANTINI, P., DANZE, JM, LE RUZ, P., SEIGNE, M. (2002): Síntomas que experimentan las personas que viven en las proximidades de estaciones base de telefonía móvil: Incidencias de distancia y sexo, Pathol. Biol. 50: 369-373.

- (45) NAVARRO, EA, SEGURA, J., PORTOLES, M., GÓMEZ-PERRETTA DE MATEO, C. (2003): El síndrome de las microondas: un estudio preliminar en España. *Electromagnética Biología y Medicina* 22(2 & 3): 161 -169.
- EGER, H., JAHN, M. (2010): Spezifische Symptome und Mobilfunkstrahlung en Selbitz (Bayern) - Evidenz für eine Dosiswirkungsbeziehung, *umwelt-medizin-gesellschaft* 23(2):130-139.
- (46) AUGNER, C., HACKER, GW, OBERFELD, G., FLORIAN, M., HITZL, W., HUTTER, J., PAUSER, G. (2010): Efectos de la exposición a las señales de estaciones base de telefonía móvil GSM sobre cortisol salivar, alfa-amilasa e inmunoglobulina A, *Biomed Environ Sci* 23 (3): 199-207.
- (47) ABDEL-RASSOUL, G., EL-FATEH, OA, SALEM, MA, MICHAEL, A., FARAHAT F., EL-BATANOUNY, M., SALEM, E. (2007): Efectos neuroconductuales entre los habitantes Alrededor de estaciones base de telefonía móvil. *Neurotoxicología* 28(2): 434-40.
- (48) FEGERT, J., GLAESKE, G., JANHSEN, K., LUDOLPH, A., RONGE, C. (2002): Untersuchung zur Arzneimittel-Versorgung von Kindern mit hyperkinetischen Störungen anhand von Leistungsdaten der GKV. Projektbericht für das Bundesministerium für Salud y sociedad Seguridad, [<http://www.home.uni-osnabrueck.de/kjanhsen/> unter Bücher, Buchartikel, Projektberichte, letzter Zugriff 11.11.2010].
- (49) EGER, H., NEPPE, F. (2009): Krebsinzidenz von Anwohnern im Umkreis einer Mobilfunksendeanlage en Westfalen, Interview-basierte Piloterhebung und Risikoschätzung, *umwelt-medizin-gesellschaft* 22(1): 55-60.
- (50) EGER, H., HAGEN, KU, LUCAS, B., VOGEL, P., VOIT, H. (2004): Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Enfermedad candidiasis. *umwelt-medizin-gesellschaft* 17(4): 326-332.
- (51) FELTEN, DL, MAIDA, ME (2002): Psiconeuroinmunología, en: FINK, G. (Ed.): *Enciclopedia del cerebro humano*, vol. 4, Academic Press, San Diego: 103-127.
- (52) STRAUB, RH (Ed.) (2007): *Lehrbuch der klinischen Pathophysiologie komplexer chronischer Erkrankungen*, Banda 1 y 2, Vandenhoeck und Ruprecht, Gotinga: (2) 89-98.
- (53) ABELIN, T., ALTPETER, E., RÖÖSLI, M. (2005): Trastornos del sueño en las cercanías del transmisor de onda corta Schwarzenburg - Schlafstörungen in der Umgebung des Kurzwellensenders Schwarzenburg, *Somnologie* 9: 203-209.
- (54) PAFFRATH, D., SCHWABE, U. (Ed.) (2004): *Arzneiverordnungs-Report 2004*, Aktuelle Daten, Kosten, Trends y Kommentare. Springer-Verlag, Berlín. [<http://wido.de/arzneiverordnungs-rep.html> para descargar, letzter Zugriff 11.11.2010].
- (55) THOMAS, S., HEINRICH, S., VON KRIES R., RADON K. (2010): Exposición a radio-Campos electromagnéticos de alta frecuencia y problemas de conducta en niños bávaros y adolescentes. *Eur J Epidemiol* 25(2): 135-141.
- (56) SIEGENTHALER, WK, HORNBOSTEL, HD (1984): *Lehrbuch der Inneren Medizin*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Nueva York.
- (57) MILHAM, S. (2010): *Electricidad sucia: la electrificación y las enfermedades de la civilización*, universo, Bloomington.
- (58) OSSIANDER, E. (2010): persönliche Mitteilung [Número de hospitalizaciones por año para el código CIE-9 227.0 (tumor benigno de la glándula suprarrenal, 1987-2007, Oficina de Epidemiología, Departamento de Salud del Estado de Washington Feocromocitoma, ICD 227.0, 1997-2006, Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., H.CUPnet. <http://hcupnet.ahrq.gov>] en MILHAM, S. (2010): *Electricidad sucia - electrificación y las enfermedades de la civilización*, universo, Bloomington: 51
- (59) BAYERISCHE LANDESÄRZTEKAMMER - BLÄK (2007): *Berufsordnung für Ärzte* desde el 6 Agosto 2007, [www.blaek.de/pdf_rechtliches/haupt/Berufsordnung.pdf, [Último acceso: 11.11.2010].