

Campo magnético ambiental en una Unidad de Terapia Intensiva Neonatal. Importancia de su verificación

Environmental magnetic field in a Neonatal Intensive Care Unit. A relevant verification

Lic. MSc. Janet Carvajal de la Osa^a, Ing. Junior Santana González^b,
Ing. MSc. Michael Herrera Galán^c, Ing. MSc. Alaen Sánchez Grau^d e
Ing. Dr. C. Ignat Pérez Almirall^a

RESUMEN

Los neonatos pretérminos nacen con inmadurez en los órganos, lo que lleva al compromiso del sistema inmunológico. Los campos electromagnéticos afectan la producción de melatonina a niveles bajos de exposición. Estos niños necesitan equipamiento médico las 24 horas del día para su recuperación, por lo que están expuestos a los campos magnéticos durante todo el tiempo que se encuentren en la Unidad de Terapia Intensiva. El objetivo fue medir los niveles de campo magnético que se generan alrededor de cada una de las incubadoras utilizando un gaussímetro y comparar los resultados con las recomendaciones de la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes de 2010 y la norma de la *International Electrotechnical Commission* (IEC) IEC 60601-1-2:2004. En 11 neonatos internados, los valores de radiación se encontraban dentro de los recomendados, pero existía interferencia electromagnética por problemas de disposición de los equipos en el área.

Palabras clave: campos magnéticos, melatonina, equipos y suministros.

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2020.e246>

Texto completo en inglés:

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2020.eng.e246>

Cómo citar: Carvajal de la Osa J, Santana González J, Herrera Galán M, Sánchez Grau A, Pérez Almirall I. Campo magnético ambiental en una Unidad de Terapia Intensiva Neonatal. Importancia de su verificación. *Arch Argent Pediatr* 2020;118(3):e246-e251.

- Universidad Tecnológica de la Habana José A. Echeverría (CUJAE), Marianao, La Habana, Cuba.
- Dirección Municipal de Electromedicina de Cárdenas, Matanzas, Cuba.
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), Ciudad Juárez, México.
- Centro de Investigación, Desarrollo y Producción "Grito de Baire" (CIDP-GB), Unión de Industrias Militares de Cuba-Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (UIM-MINFAR), La Habana, Cuba.

Correspondencia:

Lic. Janet Carvajal de la Osa:
janetco@automatica.cujae.edu.cu

Financiamiento:

Ninguno.

Conflicto de intereses:

Ninguno que declarar.

Recibido: 8-2-2019

Aceptado: 19-10-2019

INTRODUCCIÓN

El tiempo de estadía de los neonatos pretérminos en el Servicio de Terapia de un hospital está caracterizado por ser un delicado proceso de adaptación de la vida intrauterina a la vida extrauterina.¹ Estos bebés nacen en etapas cuando los órganos tienden a no estar en su total madurez, por lo que son propensos a contraer afecciones de todo tipo. En esta situación, el sistema inmunológico está comprometido en una lucha constante por la defensa del cuerpo, por lo que se encuentran en una situación desventajosa frente a cualquier agente externo que lo perturbe.²⁻⁴

Las radiaciones no ionizantes son aquellas que no tienen energía suficiente para romper los enlaces iónicos. Los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia son una combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan simultáneamente en el intervalo de 0 a 300 Hz y suelen expresarse en términos de densidad de flujo (B) o campo magnético (H) por medio de la unidad tesla (T).⁵ La conversión entre estas unidades es $1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$ o $0,1 \mu\text{T} = 1 \text{ mG}$ y $1 \text{ A/m} = 1,26 \mu\text{T}$.⁶

Los equipos médicos son fuentes de radiación electromagnética y los CEM son considerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como agentes nocivos.⁷ En esta etapa, el neonato, debido a la cantidad de equipamiento médico que necesita para su recuperación, recibe radiación descontrolada las 24 horas de cada día que está internado.

En 1993, Russel Reiter y Jo Robinson publicaron, en su libro *Melatonin*,⁹ una teoría que explicaba que la disminución de la secreción de melatonina, inducida por los CEM, podría dar lugar a un aumento de la incidencia de cáncer al decrecer el nivel de defensa inmunológica y antioxidante que esta proveía. Esta hipótesis fue corroborada por varios científicos y, en 2002, el equipo liderado por N. Cherry,⁹ demostró la capacidad que tenía la radiación electromagnética de disminuir los niveles circulantes de melatonina.

MELATONINA Y CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN UNA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES

Melatonina

La glándula pineal es un órgano localizado en el centro del cerebro que convierte la serotonina en melatonina por la noche.¹⁰ Esta producción de melatonina constituye una señal fundamental para la sincronización interna de ritmos endócrinos y no endócrinos, como el sueño/vigilia.¹¹⁻¹³ También, es parte vital del sistema inmunológico y antioxidante, pues destruye los radicales libres.¹⁴

La exposición a CEM de baja frecuencia suprime la producción de melatonina, al poseer la capacidad de la luz visible de impregnar el entorno con su energía, lo que le resta desempeño a la glándula pineal para su producción y secreción a través del flujo sanguíneo.¹⁵ Durante la gestación, el feto recibe, a través del cordón umbilical, las emociones y el ritmo circadiano de la madre, lo cual secreta melatonina. Los niveles de esta secreción se detectan a partir de la semana 24 de gestación y aumentan gradualmente hasta el momento del parto.^{16,17}

Los recién nacidos utilizan esa melatonina en la maduración de los ritmos circadianos en las primeras 72 horas de vida, pues la producción de esta es tan imperceptible durante la primera semana que el cerebro no la reconoce y solo comienzan a observarse niveles apreciables después de las 8 semanas de nacido, lo que aumenta su producción hasta un 50 % del valor del adulto¹⁸ y se estabiliza entre los 2 y los 3 meses para los nacidos a término¹⁸⁻²⁰ y entre los 3 y los 5 meses para los prematuros.¹⁶

En las salas de terapia intensiva neonatal, están regulados los tonos de luz, pero no se pueden apagar durante la noche, como tampoco la climatización ni el equipamiento médico necesario para mantener con vida al infante,

lo que se convierte en las principales fuentes de CEM de baja frecuencia. Los niveles de producción de melatonina están sujetos al ciclo de luz/oscuridad que, en la Sala de Terapia Intensiva, no puede imponerse, por lo que su pequeña producción se ve afectada y, con ella, la posibilidad de que el sistema inmunológico, ya comprometido, se recupere más rápidamente y se creen las condiciones para la aparición a largo plazo de enfermedades oportunistas,²¹ la leucemia²² y el cáncer.²⁰

Evidencia de efectos del campo magnético en los fetos y los neonatos

Desde 2006, se han observado efectos en el feto y en los neonatos debido a la exposición a CEM. Estos ocurren ante bajas dosis mantenidas a largo plazo. En estudios en humanos, se ha demostrado que la exposición en la etapa gestacional abre una ventana para el desarrollo de células mutantes en la sangre que solo se activan después del nacimiento y se convierten en células leucémicas.^{23,24} El daño genotóxico que afecta al ácido desoxirribonucleico (ADN) crea vínculo con la aparición de diferentes tipos de cáncer.²⁵ Sobre la estructura de moléculas y células selectivas del cerebro, se generan daños²⁶ y, en parámetros fisiológicos y reproductivos en adultos cuyas madres estuvieron expuestas a CEM durante su embarazo, también se encuentran daños.²⁷

En estudios en animales, se han observado efectos en el incremento de los niveles de hierro sérico²⁸ y un acentuado nivel de muerte celular al elevarse los indicadores endócrinos.³

Las fuentes de exposición fetal y neonatal incluyen el uso de computadoras (*laptop*)²⁹ y móviles durante el embarazo e incubadoras para recién nacidos con altos niveles de radiación.^{22,30}

Campos electromagnéticos y equipos médicos

La norma IEC 60601-1-2³¹ establece que los equipos médicos deben trabajar en un campo magnético de $3 \text{ A/m} = 3,78 \mu\text{T}$, y las recomendaciones de la ICNIRP,⁶ que las personas deben mantenerse en un ambiente donde las radiaciones no sobrepasen los $2 \times 10^{-4} \text{ T} = 200 \mu\text{T}$. Los valores esperados para el interior de las incubadoras son menores de $10 \text{ mG} = 1 \mu\text{T}$; sin embargo, se han encontrado valores de hasta $88,4 \text{ mG} = 8,84 \mu\text{T}$ en incubadoras normales y de $357 \text{ mG} = 35,7 \mu\text{T}$ en incubadoras de transporte.³²

El CEM disminuye con la distancia a la fuente que lo crea. Por lo que, al aumentar el espesor de los colchones, descienden estos valores. También

juega su papel el material del soporte de la incubadora. Si resulta ser plástico, el incremento no sobrepasa los $0,1 \text{ mG} = 0,01 \mu\text{T}$; ³² no obstante, si es de hierro, pueden llegar a ser $500 \text{ mG} = 50 \mu\text{T}$.³²

Experiencia

En este trabajo, se trazó como objetivo la medición de los CEM de baja frecuencia generados en el ambiente de una Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) y su influencia sobre las incubadoras para, así, comprobar que los niveles de inducción magnética, acordados por la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones no Ionizantes (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*, ICNIRP) en 2010, y los valores normados por la IEC para la compatibilidad electromagnética estaban entre los recomendados para garantizar la protección a los neonatos.

TABLA 1. Especificaciones técnicas del gaussímetro PCE-G28

Datos mostrados	Medición actual
Rango	0 a $20 \mu\text{T}$ / 0 a $200 \mu\text{T}$ / 0 a $2000 \mu\text{T}$
Resolución	$0,01 / 0,1 / 1 \mu\text{T}$ (depende del rango)
Precisión	$\pm 4 \% + 3 \text{ d}$ (en rango de $20 \mu\text{T}$) $\pm 5 \% + 3 \text{ d}$ (en rango de $200 \mu\text{T}$) $\pm 10 \% + 5 \text{ d}$ (en rango de $2000 \mu\text{T}$)
Frecuencia	30-300 Hz
Indicador	Pantalla LCD
Peso	470 g
Alimentación	Batería de 9 V

d: dígitos.

El trabajo se llevó a cabo en la 3ª y 4ª semana del mes de Abril de 2018 en la UCIN de nivel III del centro de referencia provincial del recién nacido de $< 1500 \text{ g}$ de peso al nacer del Hospital Ramón González Coro. Esta contaba con seis cubículos para internación de los pacientes y una distribución de camas acorde con el tratamiento que debía recibir cada bebé.

Se utilizó un equipo para la medición del campo magnético denominado gaussímetro, de la marca PCE-G28. En la Tabla 1, se presentan las especificaciones técnicas dadas por el fabricante.

Metodología para realizar las mediciones

- Se midieron los campos irradiados en las incubadoras, posicionando el sensor de medición de manera perpendicular a las paredes exteriores de estas y tomando el valor de radiación que llegaba a los 4 laterales, colocando el sensor a 1,0 m sobre el nivel del suelo. Se siguió un recorrido a favor de las manecillas del reloj (izq.-der.) para recrear las mismas condiciones en todas las mediciones. Se realizó esta operación por cinco días consecutivos, en dos momentos del día (mañana y tarde). Este procedimiento de medición fue elaborado partiendo de la literatura e introduciendo algunas particularidades que respondían a nuestro objetivo.
- Se promediaron los valores obtenidos en la medición.

TABLA 2. Valores promedio obtenidos en las mediciones y características de la población y tecnología por cama

Cubículo	Equipo	Br (promedio)	Peso (g)	Edad gestacional (semanas)	Días de internación	Equipamiento
TERAPIA B	Incubadora 1	$0,66 \mu\text{T}$	2800	38,4	10	MPF
	Incubadora 2	$0,87 \mu\text{T}$	1920	35	21	MPF; RA
	Incubadora 3	$0,82 \mu\text{T}$	1475	34,3	15	RA; MPF; BI
	Incubadora 4	$0,30 \mu\text{T}$	-	-	-	Fuera de servicio
TERAPIA C	Incubadora 1	$0,74 \mu\text{T}$	1480	29	30	RA; BI; 2MPF; 2BP
TERAPIA D	Incubadora 1	$0,47 \mu\text{T}$	1585	32	15	MPF
	Incubadora 2	$0,78 \mu\text{T}$	1680	32,4	15	MPF
	Incubadora 3	$0,76 \mu\text{T}$	1620	32,4	15	MPF
TERAPIA E	Cuna térmica 1	$0,45 \mu\text{T}$	3600	40	5	-
	Cuna térmica 2	$0,70 \mu\text{T}$	3125	36,2	5	-
	Cuna térmica 3	$0,47 \mu\text{T}$	3480	41	5	-
	Cuna térmica 4	$0,34 \mu\text{T}$	-	-	-	Fuera de servicio
	Cuna térmica 5	$0,31 \mu\text{T}$	-	-	-	Fuera de servicio
TERAPIA F	Incubadora 1	$0,13 \mu\text{T}$	-	-	-	Fuera de servicio
TERAPIA H	Incubadora 1	$0,67 \mu\text{T}$	1240	30,3	45	MPF; RA; AdFC; BI; BP

Br: densidad de flujo; MPF: monitor de parámetros fisiológicos; RA: respirador artificial; BI: bomba de infusión; BP: bomba de perfusión; AdFC: aspirador de fluidos corporales.

- Se compararon con los valores recomendados por la ICNIRP 2010 para público en general y los límites de interferencia electromagnética fijados por la IEC, y se mostraron gráficamente.

Recopilación de datos

En esta Unidad, se internaban niños prematuros nacidos antes de las 37 semanas de gestación, pretérminos con menos de 2500 g y términos con menos de 5000 g de peso al nacer. Estos bebés hacían una estancia relativa de entre 5 y 15 días, si la afección que presentaban era menos grave y de hasta varios meses si la afección era muy grave.

En el momento de la investigación, se encontraban internados 11 neonatos repartidos entre los cubículos de la manera que se expone en la *Tabla 2*, en la que también se muestran los datos físicos y tecnológicos recopilados, además de los valores de campo magnético medido para cada incubadora. Al observar que, en los cubículos D y E, el espacio era reducido y se encontraban amontonados los equipos médicos, se midieron las distancias a las que se encontraban estos para corroborar, mediante la fórmula expuesta en la norma de la IEC, que se cumplía la no interferencia electromagnética entre equipos médicos teniendo en cuenta la distancia.

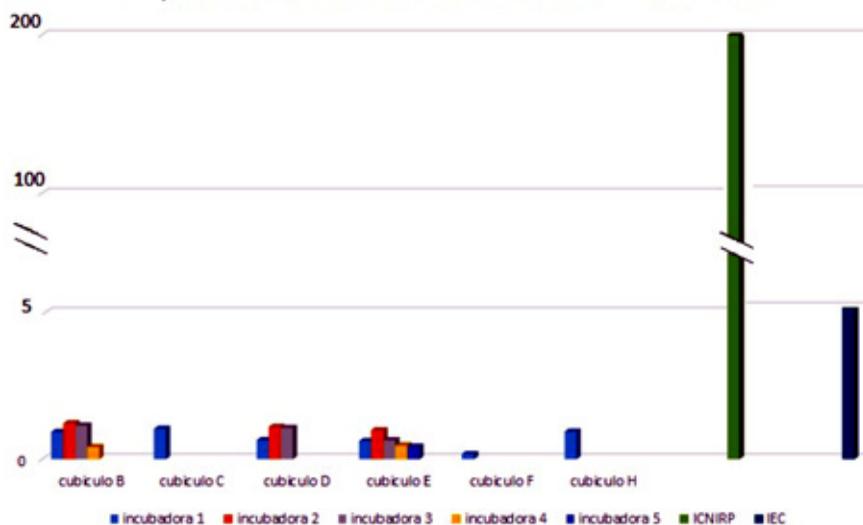
Aspectos significativos y recomendaciones

Los valores obtenidos fueron tomados por fuera de las incubadoras por cuestiones de seguridad biológica y respetando el reglamento de epidemiología del Ministerio de Salud Cubano (MINSAP). La comparación del promedio de estos con la recomendación de la ICNIRP y la norma IEC se presentan en la *Figura 1* y se observa que no las exceden.

El principio de precaución es aplicado cuando hay un alto grado de incertidumbre científica y existe necesidad de tomar acciones para riesgos potencialmente serios sin esperar los resultados de más investigaciones científicas.³³ Por esto, respetar los niveles de referencia asegurará que se respeten las restricciones básicas.

Los factores para limitar las radiaciones son los siguientes: 1) los parámetros de campos incidentes; 2) las características del cuerpo expuesto (tamaño, geometría interna y externa, y las propiedades dieléctricas de sus tejidos); y 3) los efectos de la tierra eléctrica y de reflexión de otros objetos en el campo cercano del cuerpo expuesto. Es por esto por lo que la dosimetría para los límites de radiación no ionizante fue definida correlacionando los efectos de la temperatura en el cuerpo, es decir, que la energía absorbida se transformaba en energía térmica.

FIGURA 1. Gráfica de comparación de valores obtenidos en las mediciones contra valores normados por la International Electrotechnical Commission (IEC) y recomendados por la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP)



CEM: campos electromagnéticos; IEC: *International Electrotechnical Commission*; ICNIRP: *Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones no Ionizantes*.

La ICNIRP, basada en este principio, para limitar los valores de la radiación no ionizante en el rango de bajas frecuencias, adoptó para exposición ocupacional 1000 μT para 50/60 Hz con margen suficiente de seguridad para prevenir los efectos de estimulación de las corrientes inducidas de contacto, bajo todas las condiciones posibles. Adoptó este mismo criterio para los niveles de referencia para el público en general y los redujo a la quinta parte, es decir, 200 μT , por lo que previno efectos adversos indirectos para más del 90 % de los individuos expuestos y tuvo especialmente en cuenta a los niños.⁶

Aunque los valores obtenidos en la medición estuvieron muy por debajo de la norma, se debe prestar atención a cuestiones como la presentada en el cubículo C, donde existía un exceso de equipamiento alrededor de la incubadora, aspecto que pudo ser la causa del valor medido. O como en los cubículos B y H, donde las incubadoras llevaban 30 años de explotación y, aunque todavía suplían las condiciones uterinas de confort al feto, podían haber perdido su característica de compatibilidad electromagnética.

- Basados en este criterio, se recomienda sustituir el equipamiento médico.

Además, la interferencia electromagnética es uno de los agentes más importantes en el aumento de los niveles de CEM. Esto tiene su base en que aporta siempre un incremento del campo ya existente debido a su capacidad aditiva. Según trabajos realizados sobre el tema, puede llegar a ocasionar desde un mal funcionamiento sin mayores complicaciones a un peligro para la vida y hasta la elaboración de un mal diagnóstico por falsos positivos.³⁴ Es por esto por lo que la compatibilidad del equipamiento médico, la distancia a la que deben ubicarse los equipos para que no interfieran unos con otros y los valores ambientales a los que deben encontrarse trabajando están estandarizados por la IEC.

Pesquisando los cubículos, se detectó que, en el D y el E, se encontraban muy cerca algunas de las incubadoras, por lo que, al sospechar una interferencia electromagnética, se tomaron las medidas de la distancia a la que se encontraban para aplicar la fórmula que regulaba la distancia mínima para la no interferencia aportada por la norma IEC: $D = 1,2 \sqrt{P}$ (1), calcularla y determinar si las sospechas eran ciertas. Al realizar los cálculos, se obtuvo que este tipo de incubadora debiera estar situada a más de 1,2 m de

cualquier equipo, lo que disminuiría un 20 % los valores de radiación obtenidos, mientras, en el cubículo D, las cunas térmicas debían estar a 1 m entre ellas. Si se observan los valores en este cubículo, la medición de 0,70 μT está determinada entre dos fuentes, por lo que el valor al que está sometido el bebé que se encuentra en esa posición se ve aumentado y el riesgo es mayor.

- Para eliminar estas interferencias, se recomienda separar los equipos a una distancia igual a los límites calculados o mayor.

Todos los valores medidos se encontraban dentro de los valores normados y los esperados. Aunque no quiere decir que la vigilancia sobre esta área no deba mantenerse, pues se encuentran reportados efectos sobre la melatonina en neonatos en incubadoras a partir de los 0,2 μT ³⁵ hasta los 10 μT , cuando, además, comienzan a tener efecto sobre el corazón y provocan anginas y fibrilación,³⁰ y, al alcanzar los 20 μT , provocan infartos.^{22,32}

- Se recomienda estricta vigilancia sobre las distancias a las que se ubican los equipos médicos, pues la ocurrencia de interferencias es imperceptible a los ojos y aumenta los niveles de radiación dentro del ambiente electromagnético.

CONCLUSIONES

Las mediciones realizadas arrojaron que el campo magnético de baja frecuencia se encontraba dentro de los límites establecidos por la ICNIRP 2010 y la IEC. Aunque los valores medidos no sobrepasaron los recomendados por la ICNIRP y la IEC, se debe tener en cuenta que los pacientes de esta área recibían radiación no ionizante las 24 horas del día, por lo que mantener el principio de precaución era de suma importancia. Se debe hacer extensiva la realización de estas comprobaciones a otras instituciones donde se oferta este servicio de salud, ya que es importante su conocimiento por la influencia que pueden ejercer sobre el futuro desarrollo de los bebés. ■

REFERENCIAS

1. Herrera Aguirre AG, Rodríguez Tapia J, Suárez Aceves R, Hernández Bautista VM. El sistema inmune neonatal y su relación con la infección. *Alerg e Inmunol Pediatr*. 2013; 22(3):101-13.
2. Rellan Rodríguez S, García De Ribera C, Aragón García MP. El recién nacido prematuro. En: Junta Directiva de la Sociedad Española de Neonatología. *Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neonatología*. 2.^{da} ed. Madrid: SEN; 2008; 8:68-77.

3. Johansson O. Disturbance of the immune system by electromagnetic fields-A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment. *Pathophysiology*. 2009;16(2-3):157-77.
4. Alessandrini Garaboa N, Sarmiento Portal Y, Marquez Concepción Y, Portal Miranda ME, et al. El recién nacido pretérmino con infección de inicio precoz. *Rev Ciencias Médicas*. 2015; 19(6):1014-27.
5. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, et al. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. *Rev Environ Health*. 2016; 31(3):363-97.
6. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 HZ to 100 kHz). *Health Phys*. 2010; 99(6):818-36.
7. Organización Mundial de la Salud. Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos. Ginebra: OMS; 2005: 42. [Acceso: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: https://www.who.int/peh-emf/publications/emf_handbook_spanish.pdf?ua=1.
8. Reiter R, Robinson J. Melatonin. New York: Bantam Books; 1996. [Acceso: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.penguinrandomhouse.com/books/140286/melatonin-by-russell-j-reiter-phd-and-j-robinson/9780553574845/>.
9. Cherry NJ. EMF/EMR reduces melatonin in animals and people. 2002. [Acceso: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: https://researcharchive.lincoln.ac.nz/bitstream/handle/10182/3906/90_b1_EMR_Reduces_Melatonin_in_Animals_and_People.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
10. López-Muñoz F, Marín F, Álamo C. El devenir histórico de la glándula pineal: II. De sede del alma a órgano neuroendocrino. *Rev Neurol*. 2010; 50(2):117-25.
11. Acuña Castroviejo D. Informe científico sobre el efecto de los campos electromagnéticos en el sistema endocrino humano y patologías asociadas. Granada: Universidad de Granada; 2006. [Acceso: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: https://maruxahernando.typepad.com/mi_weblog/2013/01/nforme-cient%C3%ADfico-sobre-el-efecto-de-los-campos-electromagn%C3%A9ticos-en-el-sistema-endocrino-humano-y-patolog%C3%ADas-asociadas-1.html.
12. Peñuela Epalza ME, Páez Jiménez DA, Castro Cantillo LC, Harvey Ortega JC, et al. Prevalencia de insomnio en adultos de 18 a 60 años de edad y exposición a campos electromagnéticos en hogares de Barranquilla, Colombia. *Biomédica*. 2015; 35(Supl 2):120-9.
13. Jiménez-Rubio G, Solís-Chagoyán H, Domínguez-Alonso A, Benítez-King G. Alteraciones del ciclo circadiano en las enfermedades psiquiátricas: papel sincronizador de la melatonina en el ciclo sueño-vigilia y la polaridad neuronal. *Salud Ment*. 2011; 34(2):167-73.
14. Consales C, Merla C, Marino C, Benassi B. Electromagnetic fields, oxidative stress, and neurodegeneration. *Int Cell Biol*. 2012; 2012:683897.
15. Srinivasan V, Pandi-Perumal SR, Brzezinski A, Bhatnagar KP, et al. Melatonin, immune function and cancer. *Recent Pat Endocr Metab Immune Drug Discov*. 2011; 5(2):109-23, 2011.
16. Marseglia L, Manti S, D'Angelo G, Gitto E, et al. Melatonin for the newborn. *J Pediatr Neonat Individual Med*. 2014; 3(2):e030232.
17. Bruni O, Alonso-Alconada D, Besag F, Biran V, et al. Current role of melatonin in pediatric neurology: Clinical recommendations. *Eur J Paediatr Neurol*. 2015; 19(2):122-33.
18. Biran V, Phan Duy A, Decobert F, Bednarek N, et al. Is melatonin ready to be used in preterm infants as a neuroprotectant? *Dev Med Child Neurol*. 2014; 56(8):717-23.
19. Paprocka J, Kijonka M, Rzepka B, Sokół M. Melatonin in Hypoxic-Ischemic Brain Injury in Term and Preterm Babies. *Int J Endocrinol*. 2019; 2019:9626715.
20. Muñoz-Hoyos A, Bonillo-Perales A, Ávila-Villegas R, González-Ripoll M, et al. Melatonin levels during the first week of life and their relation with the antioxidant response in the perinatal period. *Neonatology*. 2007; 92(3):209-16.
21. Pin Arboledas G, Merino Andreu M, De la Calle Cabrera T, Hidalgo Vicario MI, et al. Consenso sobre el uso de melatonina en niños y adolescentes con dificultades para iniciar el sueño*. *An Pediatr (Barc)*. 2014; 81(5):328.e1-9.
22. Söderberg KC, Naumburg E, Anger G, Cnattingius S, et al. Childhood Leukemia and Magnetic Fields in Infant Incubators. *Epidemiology*. 2002; 13(1):45-9.
23. Kheifets L, Afifi A, Monroe J, Swanson J. Exploring exposure-response for magnetic fields and childhood leukemia. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2011; 21(6):625-33.
24. Zhao L, Liu X, Wang C, Yan K, et al. Magnetic fields exposure and childhood leukemia risk: a meta-analysis based on 11,699 cases and 13,194 controls. *Leuk Res*. 2014; 38(3):269-74.
25. Udroui I. Genotoxic properties of extremely low frequency electromagnetic fields. In: Guiliani L, Soffritti M (eds). Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living mater. Bologna: Mattioli; 2010. Págs.123-34.
26. Markov M, Grigoriev Y. Protect children from EMF. *Electromagn Biol Med*. 2015; 34(3):251-6.
27. Paparella C, Pavesi A, Provenzal O, Ombrella A, et al. Infertilidd masculina. Exposicion laboral a factores ambientales y su efecto sobre la calidad seminal. *Rev Urug Med Int*. 2017; 2(2):10-21.
28. Söker S, Sert C, Deniz M, Ayazc E, et al. The effect of extremely low frequency magnetic field on heart tissue iron density. *J Clin Exp Invest*. 2011; 2(2):144-48.
29. Bellieni CV, Pinto I, Bogi A, Zoppetti N, et al. Exposure to Electromagnetic Fields From Laptop Use of "Laptop" Computers. *Arch Environ Occup Health*. 2012; 67(1):31-6.
30. Bellieni CV, Acampa M, Maffei M, Maffei S, et al. Electromagnetic fields produced by incubators influence heart rate variability in newborns. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2008; 93(4):F298-301.
31. International Electrotechnical Commission. IEC 60601-1-2 Medical electrical equipment. Part 1-2: General requirements for safety - Collateral standard: Electromagnetic compatibility - Requirements and tests. Geneva: IEC; 2004.
32. Bellieni CV, Nardi V, Buonocore G, Di Fabio S, et al. Electromagnetic fields in neonatal incubators: the reasons for an alert. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2018; 32(4):695-9.
33. Ohliger T. La política de medio ambiente: principios generales y marco básico. Fichas temáticas sobre la Unión Europea, Parlamento Europeo. 2019. [Acceso: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/71/la-politica-de-medio-ambiente-principios-generales-y-marco-basico>.
34. Luca C, Ciorap R, Andritoi D. Influence of electromagnetic fields on medical devices used in the thermoregulations. *Acta Electroteh*. 2018; 59(4):277-80.
35. Bellieni CV, Tei M, Lacoconi F, Tatarano ML. Is newborn melatonin production influenced by magnetic fields produced by incubators? *Early Hum Dev*. 2012; 88(8):707-10.