

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Posibilidades, mecanismos de acción y retos de la terapéutica con campo electromagnético de extremada baja frecuencia contra la psoriasis

Possibilities, action mechanisms and challenges of therapy with electromagnetic field of extremely low frequency against psoriasis

Dra. C. Maritza Batista Romagosa,¹ Dra. C. Blanca Inés Soriano González² y Dr. C. Luis Enrique Bergés Cabrales³

¹ Especialista de II Grado en Dermatología. Doctora en Ciencias Médicas. Instructora. Investigadora agregada. Hospital Clínicoquirúrgico Docente "Dr. Joaquín Castillo Duany", Santiago de Cuba, Cuba.

² Especialista de II Grado en Histología. Doctora en Ciencias Médicas. Profesora Titular. Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba, Cuba.

³ Doctor en Ciencias Físicas. Profesor Titular. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

Se exponen los elementos fundamentales encontrados en artículos originales, así como en sitios web especializados, actualizados y validados como confiables respecto al tema de los campos electromagnéticos. En el artículo se analizan algunos de los mecanismos físicos (primarios) de los campos electromagnéticos de extremada baja frecuencia (ELF-EMF por sus siglas en inglés de *extremely low frequency-electromagnetic field*) sobre las estructuras biológicas, pero también las evidencias sobre los efectos biológicos (secundarios) de estos campos, ejercidos sobre determinados tipos de tejidos, que pudieran explicar los resultados con el empleo de esta terapéutica en pacientes afectados por psoriasis.

Palabras clave: campo electromagnético de extremada baja frecuencia, mecanismo físico primario, efecto biológico secundario, psoriasis.

ABSTRACT

The fundamental elements found in original articles, as well as in specialized web sites, updated and validated as reliable regarding the topic of the electromagnetic fields are exposed. Some of the physical mechanisms (primary) of the extremely low frequency electromagnetic fields (ELF-EMF extremely low frequency electromagnetic field, according to its initials in English) on the biological structures are analyzed in the paper. Evidences on the biological effects (secondary) of these fields on certain types of tissues that could explain the results with the use of this therapy in the treatment of patients affected by psoriasis are also analyzed.

Key words: extremely low frequency electromagnetic field, primary physical mechanism, secondary biological effect, psoriasis.

INTRODUCCIÓN

El origen de la noción del magnetismo es tan antiguo, que se remonta a más de 3 500 años. Aristóteles escribió que Tales de Mileto (624-548 a.n.e) había mencionado una piedra mineral que atraía el hierro. ¹ Cuando muchos siglos después, a comienzos de la Edad Media, la magnetita fue conocida por los alquimistas europeos, al igual que en la antigüedad se le atribuyeron muchas propiedades curiosas: vigor, alivio del dolor, salud y detención de procesos de envejecimiento, entre otras. En el siglo XVI, el famoso médico suizo Philippus Aureolus Paracelso (1493-1541) utilizó los imanes en múltiples procesos inflamatorios, heridas supurantes, ulceraciones y afecciones internas de los intestinos y el útero. El estudio experimental del magnetismo se conoció en el mundo a través de la publicación en 1600 del libro De magnete, de William Gilbert, donde su autor esbozó ideas como aquella de que los planetas se mantenían en sus órbitas gracias a la virtud magnética de atracción. ¹

Al respecto, el físico inglés Michael Faraday, en el siglo XIX, demostró cómo funcionaba un imán alrededor de una corriente. Fue el fundador de la magnetoquímica y el biomagnetismo y confirmó que toda la materia es magnética, o sea, atraída o repelida por un campo magnético, en alguna medida. Por su parte, en su libro Essai sur l'électricité de corps, el francés Mollet (1753) intentó ofrecer la primera explicación objetiva sobre los efectos biológicos de la electricidad. Ampere y su colaborador Dominique Arago (1786-1853) comprobaron que las agujas de acero se magnetizaban cuando se colocaban dentro de un alambre circular que llevara corriente eléctrica; y este fue el preludio para que en 1825 se construyera el primer "electromagneto", así llamado por William Sturgeon (1783-1850). ¹

Las corrientes producidas por la pila -- esta última inventada por Volta hacia 1800 -- se emplearon para destruir tejidos tumorales (galvanocauterización, debido a Galvani, quien fue el primero en investigar los efectos biológicos de la electricidad). En la segunda mitad de ese siglo, D'Arsonval sistematizó el estudio de la bioelectricidad con el uso de fuentes oscilantes, disponibles gracias al trabajo de Helmholtz, Kelvin y Hertz; ² así, las consideraciones respecto a los bioefectos de los campos electromagnéticos no son un tema nuevo en absoluto.

De todos modos se requería la formalización lógica y matemática de todos los experimentos anteriores para alcanzar un modelo científico, lo cual se debió al magistral trabajo de James Clerk Maxwell, publicado en 1873, donde se establecía el concepto de "campos eléctricos y magnéticos". Las bien conocidas ecuaciones de Maxwell indican que esos campos, al variar en el tiempo, generan ondas de energía que se propagan en el entorno espacial a la velocidad de la luz; conocimiento este demostrativo de que la luz constituye un fenómeno electromagnético. ¹

El campo magnético se aplicó inicialmente solo a partir de los imanes permanentes de origen natural; pero desde la segunda mitad del siglo XX se elaboraron imanes permanentes artificiales y electroimanes con el objetivo de curar. Debe tenerse en cuenta que los campos eléctricos y magnéticos son fenómenos naturales que han existido en el medio desde siempre, tales como: radiaciones de baja densidad emitida por los astros, cargas eléctricas atmosféricas generadoras de campos magnéticos, tormentas solares y campo magnético terrestre, por lo cual la vida en el planeta ha evolucionado en presencia de ellos e incluso el cuerpo humano muestra actividad

eléctrica en el sistema nervioso central, el corazón, los músculos y los nervios periféricos.³

En las últimas 3 décadas han ido en aumento el interés y la preocupación por los efectos sobre la salud de los ELF-EMF. En este tiempo se han publicado aproximadamente 25 000 artículos sobre los efectos biológicos y sus aplicaciones médicas, de modo que los conocimientos científicos en ese campo son ahora más amplios que los correspondientes a la mayoría de los productos químicos.³

Durante siglos la psoriasis, que es una enfermedad inflamatoria crónica de la piel, ha representado un reto para la práctica profesional y social de los dermatólogos, debido a las dificultades con respecto a disponer de tratamientos eficaces y económicos para combatirla, las frecuentes recurrencias de su cuadro clínico, así como las marcadas diferencias en las respuestas individuales de los pacientes ante las terapéuticas comunes, lo cual repercute de modo muy negativo sobre la calidad de vida de estos pacientes, su estética general y, por consiguiente, sus relaciones interpersonales en el entorno.

Con referencia a esta difícil situación, diversos autores han descrito el empleo de terapias sistémicas, tecnológicamente complejas y sumamente costosas, en personas afectadas por las variedades grave y moderada de la psoriasis vulgar; pero cuyo uso se justifica solamente cuando han fracasado los procedimientos de primera línea para tratar sus síntomas y signos.

En Cuba y otras partes del orbe, los medicamentos más utilizados para combatir los brotes psoriásicos son las cremas antiinflamatorias esteroideas, solas o en combinaciones terapéuticas, las cuales deben ser usadas con medida, considerando la evolución crónica de esta afección y la posibilidad de que su aplicación mantenida, en particular las de alta potencia, propicien la aparición de trastornos secundarios locales y hasta sistémicos o el efecto de rebote al suspenderlas.

Conviene añadir que en el país, durante los últimos años, no se han publicado resultados con nuevas "recetas" sistémicas para tratar a pacientes con psoriasis, pero sí la utilización de tratamientos tópicos, fundamentalmente métodos de medicina natural, tradicional o física, entre los cuales figuran los fangos medicinales (peloidoterapia),⁴ cremas antiinflamatorias no esteroideas como la de áloe sobre la piel,⁵ acupuntura,⁶ homeopatía,⁷ laserterapia⁸ y coriodermina;⁹ todas con la intención de proporcionar alternativas para mejorar a quienes la padecen.

El empleo del ELF-EMF en pacientes con psoriasis vulgar constituye un tratamiento novedoso, del cual no se han comunicado graves reacciones adversas en otras investigaciones realizadas,^{3,10,11} de modo que su efecto antiinflamatorio^{1,10} puede ser empleado contra esa dermatosis, teniendo en cuenta los principales elementos de su patogenia.¹²⁻¹⁶

PROPIEDADES DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

Se conoce que las ondas electromagnéticas generadas por fuentes naturales o artificiales, se distribuyen, según su frecuencia o longitud de onda, en un espectro denominado *espectro electromagnético*, que está constituido por 2 tipos de radiaciones: ionizantes y no ionizantes.³

Las *radiaciones ionizantes* son ondas electromagnéticas de frecuencia extremadamente elevada, que contienen energía fotónica suficiente para generar ionización, es decir, para convertir átomos o partes de moléculas en iones con carga eléctrica positiva o negativa, mediante la ruptura de los enlaces atómicos que mantienen unidas las moléculas en la célula; ¹⁷ algunas, como la radioterapia, producen radiólisis del agua contenida en el tejido biológico. Ambos hechos constituyen *los mecanismos físicos primarios de interacción de la radiación ionizante con el tejido biológico*. La ruptura de enlaces y formación de radicales libres y especies reactivas del oxígeno explican *los mecanismos biofísico-químicos secundarios inducidos por ellas en el organismo*, tales como: daños en el ácido desoxirribonucleico (ADN) y la membrana celular, formación de reacciones radicalares y peroxidación lipídica, entre otros. ¹⁸ Para que dicha ionización se produzca, la energía de radiación debe ser mayor que la que une el electrón a su molécula. Como resultado de esta interacción, las funciones de las células pueden deteriorarse de forma temporal o permanente y ocasionarles incluso la muerte. ³

Por su parte, las *radiaciones no ionizantes* devienen la parte del espectro electromagnético cuya energía fotónica resulta demasiado débil, un millón de veces menor que la necesaria para romper enlaces químicos o atómicos y, por tanto, no originan ionización. ¹⁷ Son de frecuencias muy bajas y longitudes de onda relativamente largas, incapaces de causar rotura del ADN y, en principio, no podrían actuar en el proceso de carcinogénesis genética. La única excepción la constituyen los rayos ultravioletas de tipo A y tipo B. La luz ultravioleta con longitud de onda entre 320-280 nm (UVB) produce mutaciones en el ADN y, como consecuencia, tumores de piel. La luz ultravioleta con longitud de onda entre 400-320 nm (UVA) es menos carcinógena y provoca mayormente oxidación del ADN mediante la activación fotodinámica de especies reactivas del oxígeno. ³

La profundidad de penetración de las radiaciones depende de sus frecuencias y disminuye cuando estas aumentan. A mayor frecuencia, la absorción de energía es más superficial que a menores y la amplitud de las ondas se reduce al penetrar en los tejidos. ^{19,20}

El espectro electromagnético ha sido clasificado, además, en 2 grandes grupos, según su vínculo con la fuente que los origina: *radiaciones electromagnéticas*, (REM) que están presentes y se propagan en el espacio, independientemente de ellas; y *campos electromagnéticos* (EMF, por sus siglas en inglés), que existen siempre y cuando la fuente que los genera, se encuentra conectada. ¹⁹

Adicionalmente, los EMF se clasifican (figura) en 3 tipos de acuerdo con su frecuencia: ^{17,19}

- a) De alta frecuencia (más de 10 MHz a 300 GHz): producidos por sistemas de radiodifusión, televisión, hornos de microondas, teléfonos celulares, enlaces de microondas, antenas de radares, en orden creciente
- b) De frecuencia intermedia (más de 300Hz a 10 MHz): generados por pantallas de computadoras, transmisiones de radio AM, además de dispositivos antirrobo y sistemas de seguridad
- c) De baja y extremadamente baja frecuencia (desde 3 hasta 300 Hz): originados por las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, redes de telefonía y por la mayoría de los efectos electrodomésticos

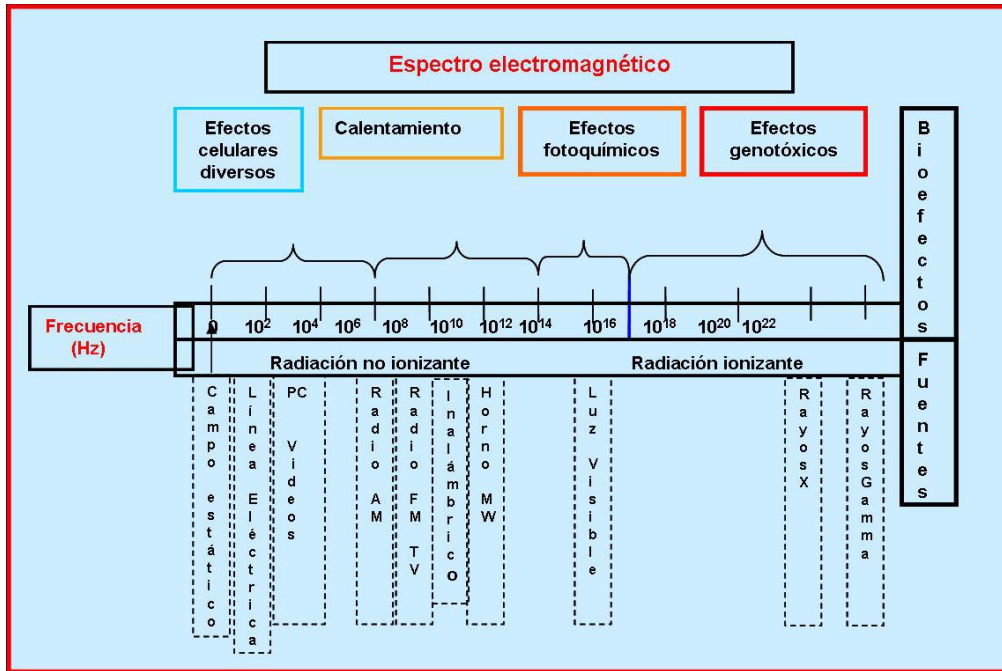


Figura. Espectro electromagnético

Los EMF de frecuencias altas e intermedias inducen corrientes eléctricas intensas en el tejido y, como resultado de ello, su calentamiento, debido a la energía disipada en el desplazamiento de iones y la orientación de moléculas en el medio, por la acción del campo oscilante. Los efectos térmicos se utilizan comúnmente con finalidad terapéutica (equipos de diatermia e hipertermia) y constituyen el mecanismo físico primario de interacción de estos EMF con el tejido biológico. Ese calentamiento tisular explica los mecanismos biofísico-químicos secundarios inducidos en el organismo, tales como quemaduras e incluso destrucción de tejidos para exposiciones prolongadas, así como efectos auditivos y de hipersensibilidad (astenia, dolores musculares, cansancio, pérdida de memoria y trastornos del sueño, entre otros).¹⁷

Ahora bien, a frecuencias extremadamente bajas, por la alta conductividad hística, el campo eléctrico interno es mucho menor que el externo y la resistividad específica del tejido es pequeña. La membrana celular, por su parte, tiene una resistividad muy alta; por tanto, con los datos de dimensiones y parámetros correspondientes a una célula típica en el cuerpo humano, el núcleo de esta y el material genético están muy protegidos, de manera que difícilmente se verán afectados por los campos eléctricos externos de baja frecuencia. Para el campo magnético, en cambio, la situación se torna diferente, ya que este penetra en los tejidos con muy poca modificación.³

Para una mejor comprensión de los mecanismos de acción del campo electromagnético, se debe conocer que la presencia de campos eléctricos y magnéticos puede calcularse teniendo en cuenta el sistema completo de ecuaciones de Maxwell y asumiendo que la permeabilidad magnética del aire y de los tejidos del cuerpo es prácticamente igual a la permeabilidad magnética del vacío. Estas ecuaciones²⁰ establecen que:

- El campo magnético alterno crea en cualquier punto del espacio un campo eléctrico rotacional, independientemente de que en dicho punto se encuentre o no un conductor.
- Un campo eléctrico alterno, lo mismo que una corriente eléctrica, es fuente de un campo magnético.
- Una densidad de carga eléctrica es fuente de un campo eléctrico.
- Los momentos magnéticos siempre son bipolares.

EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE EXTREMADA BAJA FRECUENCIA (ELF-EMF)

Uno de los elementos más controversiales del espectro electromagnético está relacionado con los mecanismos de acción de los *ELF-EMF*, los cuales aún no han sido totalmente dilucidados. Esos campos no producen efectos térmicos y su mecanismo físico primario de interacción con el tejido biológico es el de inducir, en este, corrientes eléctricas débiles.^{3,17}

Como se conoce, los efectos de un agente físico o químico sobre un organismo dependen en gran medida de la dosis. En el caso de los ELF-EMF, la dosis guarda relación con la intensidad del campo, el tipo de onda y el tiempo que dure la exposición. La correcta evaluación de los efectos del ELF-EMF sobre la salud exige establecer la relación dosis-respuesta y, por tanto, una caracterización adecuada y completa de la exposición.³ Por estas razones, es de extrema importancia esclarecer en las investigaciones que se realicen sobre este tema, el tiempo de exposición, así como la frecuencia e intensidad del EMF que se utilice.

Dado que los ELF-EMF no tienen capacidad ionizante, cualquiera de sus efectos biológicos debería únicamente y en última instancia, ser el resultado de "fuerzas" sobre elementos que responden eléctricamente, como por ejemplo los iones, proteínas cargadas, corrientes eléctricas neuronales, moléculas magnéticas (radicales libres) y partículas magnéticas. De ese modo, la señal inducida por el ELF-EMF puede generar un cambio acumulado en un flujo iónico o molecular o en el número promedio de ligandos unidos a receptores, que varían a causa de otros procesos naturales.³

Los mecanismos de interacción de los ELF-EMF propuestos para explicar los posibles efectos biológicos son múltiples, tales como las modificaciones en la movilidad de iones en los fluidos biológicos, la acción de fuerzas sobre los momentos dipolares de las moléculas y las perturbaciones en las reacciones químicas, entre otros.¹⁸

El diseño más aceptable como mecanismo de acción es probablemente el efecto Faraday, por el cual un campo magnético alterno produce un campo eléctrico y, en consecuencia, una corriente en un medio con cierta conductividad. Estos campos y corrientes tal vez sí puedan afectar a receptores de membrana y alterar el flujo de iones a través de ella.²

Un estudio realizado en la Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos con el objetivo de estudiar la acción del ELF-EMF en la cicatrización de la piel, empleando 60 Hz de frecuencia, una inducción magnética de 100 Gauss y una aplicación diaria por 10 minutos de exposición, concluyó que este contribuye a la cicatrización cutánea sin efectos nocivos.¹⁰

Inicialmente, investigaciones *in vitro* efectuadas con la exposición a campos de niveles atérmicos, no revelaron efecto biológico alguno; sin embargo, algunos trabajos recientes llevados a cabo con métodos avanzados, han mostrado que la exposición a ELF-EMF provoca indicios de respuestas celulares, a saber:

- Cambios en la fosforilación de proteínas (inducción de micronúcleos).²¹
- Supresión del crecimiento tumoral sin toxicidad para los órganos sanos.²²
- Acción beneficiosa en los procesos inflamatorios inmunes, donde participan los linfocitos T y B.²³
- Redistribución de cargas en las moléculas grandes, que puede activar cambios de conformación en ellas.^{18,24}
- Disminución del calcio citosólico (observable cuando se controlan el ciclo celular y la calidad de la estimulación antigénica del CD3 monoclonal empleado en el estudio),²⁵ capaz de influir en la apertura de los nexos o uniones intercelulares y, por ende, contribuir a la reducción de la división celular.²⁶

La evidencia apunta hacia el hecho de que realmente existen bioefectos no térmicos de los campos electromagnéticos de extremada baja frecuencia, los que no son intensos y, por tanto, se dificulta detectar sus consecuencias fisiológicas, lo cual no quiere decir que representen necesariamente un riesgo para la salud, según el estado actual del conocimiento al respecto.²

EFFECTOS ADVERSOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE EXTREMADA BAJA FRECUENCIA (ELF-EMF)

Con referencia a ese punto conviene puntualizar que el tratamiento con ELF-EMF empleado por los autores de este artículo, no implica exposición durante un tiempo prolongado a su acción; sin embargo, deben esclarecerse algunos aspectos que devienen actualmente objeto de controversia en relación con la nocividad de este tipo de EMF.

Las *ondas electromagnéticas* pueden producir efectos biológicos capaces, pero no siempre, de ejercer efectos adversos sobre la salud;³ sin embargo, algunos son inocuos, entre ellos el incremento del flujo sanguíneo cutáneo como respuesta a un ligero calentamiento del cuerpo por la radiación solar. Algunos efectos pueden ser ventajosos, como su contribución en el metabolismo de la vitamina D; pero otros ocasionan cáncer en la piel.²⁷

Es importante distinguir entre los supuestos *efectos adversos de los EMF*, 2 tipos fundamentales:²⁷

1. *A largo plazo o crónicos*: Indican la existencia de un proceso acumulativo, que después de cierto tiempo de latencia origina el efecto y *por el momento no se dispone de un fundamento biofísico que lo sustente*.
2. *A corto término o agudos*: Coincidentes con la exposición y que desaparecen generalmente con esta, deben ser reproducibles, reconocidos por la comunidad científica y la mayoría de las veces reversibles.

Los estudios sobre los efectos de los EMF a diversos niveles de exposición, incluyendo intensidades muy superiores a las que pueden estar expuestas en condiciones normales los animales o humanos, no revelan alteraciones en la presión arterial,

temperatura corporal, patrón de sueño, apetito o aptitudes físicas. Tampoco se han observado modificaciones en el estado de ánimo o en el comportamiento; sin embargo, se observan ligeros cambios en las ondas de actividad cerebral y en la frecuencia cardíaca.²⁸

En las investigaciones con animales de experimentación no se han obtenido evidencias convincentes de un posible potencial carcinogénico de los ELF-EMF, ni se ha podido ofrecer una explicación científica adecuada para supuestos efectos adversos.³

De hecho, el tema que relaciona la sospecha de asociación entre exposición mantenida a ELF-EMF y aparición de cáncer (especialmente leucemia en niños) y alteraciones en el sistema nervioso central, fundamentalmente en personas que radican o trabajan cerca de las torres de alta tensión y que han sido objeto de múltiples estudios epidemiológicos, se han hallado algunas muestras de asociación, aunque no debe olvidarse que estas últimas personas pueden estar expuestas a otros factores, tales como agentes químicos con poder carcinogénico.²⁸

Sobre este aspecto, en un informe técnico elaborado por el Comité de Expertos de la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral del Ministerio de Sanidad y Consumo de Madrid, donde se analiza el 2º Informe del Comité Científico Director de la Unión Europea en Toxicología, Ecotoxicología y Medio Ambiente: "Posibles efectos de los CEM, radiofrecuencias y microondas sobre la salud humana", se afirma que en los estudios sobre la leucemia existen inconsistencias en las mediciones de la exposición y que ciertos elementos del diseño no permiten concluir una relación de causalidad, además de no disponerse de pruebas concluyentes acerca de algún otro efecto cancerígeno de los ELF-EMF en niños o adultos.¹⁰

En los últimos 5 años ha continuado el debate entre científicos al respecto, debido a que se han relacionado otros síntomas diversos, entre ellos: dolor de cabeza, fatiga, náuseas, insomnio, ansiedad, por citar algunos, causados presumiblemente por el campo electromagnético;^{27,28} sin embargo, investigaciones realizadas en grandes poblaciones europeas consideradas de riesgo, no han revelado una fuerte asociación entre la aparición de leucemia en estos niños y los ELF-EMF, aun entre los que vivían a una distancia de 50 metros de las líneas de fuerza eléctrica o menor.²⁹ Igualmente, en un estudio de casos y controles en individuos sometidos a exposición prolongada a los ELF-EMF, con presumible síndrome de hipersensibilidad a ellos, se refutó sin ambigüedad que su efecto fuera la causa de anemia e insuficiencia renal en dichos pacientes.³⁰

Diversos organismos internacionales contribuyen a esclarecer los posibles efectos adversos para la salud de los ELF-EMF, entre las cuales se mencionan: la *International Commission of Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP)*, la *United States Food Drug Administration (FDA)*, la *Environmental Health Division of the World Health Organization (WHO)*, la *National Radiation Protection Board* del Reino Unido, la *International Radiation Protection Association (IRPA)*, la *International Agency for Research on Cancer (IARC)* y el *United Nations Environment Programme (UNEP)*, entre otros.³

Hasta el momento, estas organizaciones han concluido que *no hay evidencia convincente de que la exposición a dichos campos suponga un riesgo para la salud humana*; en cualquier caso, es obvio que si realmente producen algún efecto que aumente el riesgo de cáncer, el efecto es extremadamente pequeño, tanto, que no ha podido encontrarse prueba científica alguna de que haya relación causa-efecto entre la

exposición a los ELF-EMF y un incremento del riesgo de leucemia u otro tipo de cáncer en niños o adultos.^{2,3}

Algunos estudios efectuados en ratones BALB/c han permitido comprobar que expuestos diariamente a 10mT y por un tiempo mayor de 6 meses, muestran neutropenia; sin embargo, por debajo de este tiempo no aparecen dichas manifestaciones,^{31,32} lo cual permite suponer el término de un semestre como exposición crónica a los campos electromagnéticos.

Por su parte, según los criterios establecidos por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer de la Organización Mundial de la Salud, los ELF-EMF se clasifican en el grupo 2B, que los ubica en el de menor peligrosidad de efectos cancerígenos,³³ considerándolos como "posible carcinógeno humano". Este término define a aquellos agentes cuyo potencial para desarrollar cáncer está escasamente probado en personas e insuficientemente en experimentos con animales, por lo que a la luz de las interrogantes todavía existentes y en consonancia con las conclusiones de los principales organismos nacionales e internacionales competentes, el Comité de Expertos Internacionales considera que deben mantenerse abiertas las líneas de investigación sobre esta materia.¹⁰

Según Moulder: "La controversia pública sobre los EMFs y la salud continuará hasta que las investigaciones futuras demuestren concluyentemente que los campos no son peligrosos o hasta que el público asuma que la ciencia no puede garantizar la seguridad absoluta."²⁸

APLICACIONES MÉDICAS GENERALES DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE EXTREMADA BAJA FRECUENCIA (ELF-EMF) Y POSIBLES MECANISMOS DE ACCIÓN EN LA PSORIASIS

Numerosas investigaciones se han basado en descubrir la alteración bioquímica primaria desencadenante de la psoriasis, así como en ensayar nuevos tratamientos para combatirla, en búsqueda de una mayor eficacia, necesidad en la cual se continúa insistiendo.

La psoriasis varía en cuanto a gravedad y localización de las lesiones, pero suele afectar preferentemente determinadas zonas del cuerpo, aunque puede extenderse a todo el tegumento cutáneo.³⁴⁻³⁶

De hecho, ha sido diagnosticada en personas de todas las latitudes y su prevalencia es muy diversa entre las distintas regiones y poblaciones. Predomina en la raza blanca, tiene diversos grados de distribución anatómica y abunda en su forma clínica vulgar, que es la más frecuente en Cuba y otras partes del mundo.³⁷ Se considera multicausal, poligénica e inmunomediada, si bien igualmente condicionada por la influencia de factores externos e internos, que conllevan a la hiperplasia epidérmica y a una queratopoyesis acelerada.³⁷⁻⁴³

Los métodos utilizados contra la psoriasis han sido múltiples y con muy diversos efectos terapéuticos, desde los más simples como las sustancias lubricantes hasta los más complejos y específicos como los agentes biológicos, en su gran mayoría con una alta incidencia de efectos colaterales y recurrencias del cuadro clínico; sin duda alguna su desarrollo ha estado condicionado directamente por los avances científicotécnicos de la sociedad y en especial de las ciencias médicas.

Los datos experimentales y clínicos demuestran que los campos magnéticos exógenos de baja frecuencia pueden tener efectos profundos sobre los sistemas biológicos.^{44, 45} Los estudios en los sistemas *in vitro* indican que son capaces de modular la actividad biológica de la célula (por ejemplo, división o diferenciación). Quizás el mayor desafío para los que emplean el término biología electromagnética, es evaluar la dosimetría que modulará las cascadas bioquímicas.

La evaluación correcta de la eficacia del estímulo magnético para los procesos curativos requiere analizar, además de los parámetros físicos, el diagnóstico exacto y los datos clínicos pertinentes. Más allá, las investigaciones sobre el estímulo magnético necesitan identificar qué campos magnéticos son perceptibles por las células o las estructuras subcelulares y la respuesta del tejido celular a los parámetros físicos aplicados. Estas evaluaciones son importantes, pues se ha incrementado el número de tecnologías magnéticas y electromagnéticas, así como también los dispositivos que se usan en la práctica clínica.⁴⁶

Los datos clínicos y de laboratorio documentados durante los últimos 20 años hacen pensar que este tipo de campo ELF-EMF podría usarse para eliminar o controlar varias enfermedades, al igual que las afecciones esqueléticas, entre las que se incluyen: las úlceras crónicas de origen venoso y diabético, así como por presión; quemaduras, neuropatías, lesiones de los nervios y la médula espinal, diabetes mellitus, asma bronquial, isquemias superficiales de la piel, desórdenes inmunes, alteraciones intracerebrales y miocardiopatías.⁴⁶

Es bueno señalar que en Cuba se han publicado artículos donde pacientes con algunas enfermedades oftalmológicas,⁴⁷ angiológicas,⁴⁸ ginecológicas,⁴⁹ ortopédicas⁵⁰ e inclusive dermatológicas,⁵¹ son tratados mediante la aplicación del ELF-EMF, con buenos resultados; pero también en la literatura foránea^{52,53} se recomienda para combatir la psoriasis.

Sin embargo, resulta de gran interés analizar cómo los mecanismos generales de la acción del ELF-EMF son beneficiosos para modificar los elementos patogénicos y, por tanto, mejorar las características clínicas de la "piel psoriásica", los cuales se encuentran a nivel de hipótesis, al igual que sucede con los restantes tejidos biológicos.

La interacción de los ELF-EMF con los sistemas biológicos es muy difícil, por lo complicados que resultan estos últimos, por su naturaleza dinámica y por sus múltiples niveles de organización, así como también por su complejidad estructural y bioquímica. Los sistemas biológicos son también eléctricamente muy complejos, pues sus conductividades y propiedades dieléctricas tienen un amplio rango de variación.⁴⁶

Según Manni *et al*,²⁴ los queratinocitos humanos constituyen un buen modelo para estudiar la interacción de las radiaciones no ionizantes con los tejidos, ya que *in vivo* estos no se escudan en los campos y son resistentes a los estímulos mecánicos y térmicos; además, bajo el efecto de ELF-EMF modifican su forma y confirman la hipótesis de que este tipo de campo electromagnético puede variar la estructura de la membrana celular e interferir con la cascada bioquímica relacionada con la adherencia celular,²⁴ lo cual actuaría mejorando la comunicación intercelular que se establece mediante uniones comunicantes o nexos, cuya formación está favorecida por el aumento de los niveles del AMPc, que desempeñan una importante función en el proceso de diferenciación y proliferación celular.²⁶

Según un estudio realizado para determinar la acción del ELF-EMF sobre las células endoteliales, se pudo demostrar que el RNAm aumentó para 3 tipos de proteínas específicas, sin su correspondiente elevación, aunque sí varió la localización parcial de una de ellas, que se reorientó cerca del núcleo de este tipo celular.⁵⁴

Todo lo anterior permite pensar que si la forma de los queratinocitos es modificada por la acción de dicho campo, también se podrían producir cambios morfológicos y funcionales de otros tipos celulares en la piel, entre ellos las células participantes en la respuesta inflamatoria (inmunes o no), así como las endoteliales de los capilares sanguíneos y linfáticos, presentes en la dermis de la piel, cuyos cambios pudieran ser observables clínicamente en este estudio mediante la disminución del área de infiltración y eritema en las lesiones psoriásicas.

Por otro lado, si se tiene en cuenta que a los ELF-EMF se les ha atribuido acción trófica mediante el control:¹

- a) *local* del riego sanguíneo,
- b) *nervioso* de grandes segmentos de la circulación y
- c) *humoral* de sustancias que aumentan o disminuyen ese riego a nivel de los tejidos, se podría pensar que las alteraciones hísticas vasculares presentes en la piel psoriásica, se beneficiarían con estos efectos del campo electromagnético, pues actuarían disminuyendo la dilatación capilar que incrementa el edema y la migración celular desde los vasos sanguíneos hacia esa piel.

Tratar de establecer una hipótesis lógica acerca de los posibles mecanismos mediante los cuales el ELF-EMF podría resultar beneficioso para el tratamiento de personas con lesiones psoriásicas, implica teorizar respecto a los elementos más generales de las leyes y propiedades físicas aplicadas a los sistemas biológicos y las principales alteraciones sobre las cuales podría actuar este tipo de campo, conociendo los resultados más específicos que se encuentran en la bibliografía científica actual.

Ellos podrían producir *regulación metabólica en interfase celular* y *disminución de la proliferación* de los queratinocitos y otras células afectadas en el proceso inflamatorio, gracias a 2 de sus mecanismos de acción primarios:

- 1º. Directo: Puede ejercerse sobre los tejidos mediante 2 vías de inducción: la *de estrés magnetomecánico*, que conlleva a un cambio conformacional en las moléculas transmembranas y la *de fuerzas magnéticas*, que actúen sobre las partículas libres cargadas (electrolitos) para contribuir a la traslación y orientación celular y, por tanto, al restablecimiento de la estratificación epitelial.
- 2º. Indirecto: Induce un campo eléctrico sobre la lesión psoriásica y la membrana celular, para generar el movimiento o flujo de partículas cargadas (iones, moléculas) a través del medio intercelular e intracelular y de la membrana celular.

Estos mecanismos de acción primarios (directos e indirectos) del ELF-EMF se complementan e interactúan sobre los tejidos psoriásicos y dan lugar a sus posibles *efectos secundarios o biológicos* mediante la regulación de:

- La bomba sodio-potasio, que facilita el transporte activo a través de las membranas,¹⁸ lo que puede favorecer el restablecimiento metabólico de la célula epitelial y la polarización de su membrana celular.

- El reconocimiento de los antígenos de superficie epiteliales por las células inmunes, ⁵⁵ gracias a posibles cambios conformacionales de las glicoproteínas estructurales de sus membranas. ²⁴
- La reorganización de las proteínas membranosas de las células endoteliales, ²⁶ que se revierte en una disminución clínica del infiltrado de líquido tisular y de la transvasación de linfocitos T hacia el sitio de la lesión psoriásica.
- Los procesos de adhesión y comunicación intercelular, ²⁴ con la consiguiente reducción en la división de los queratinocitos.

En estos efectos y mecanismos de acción se agrupan y generalizan las posibles acciones de esos campos sobre los sistemas biológicos y se aportan elementos por los cuales el ELF-EMF pudiese accionar sobre ciertos aspectos patogénicos de la psoriasis.

CONCLUSIONES

Los datos experimentales demuestran que los campos magnéticos exógenos de extremada baja frecuencia pueden ejercer efectos sobre los sistemas biológicos y sirven de base para comprender las modificaciones favorables en la piel, especialmente en la psoriásica, observadas en algunos ensayos clínicos con el empleo de este método terapéutico; por todo ello se recomienda proyectar investigaciones experimentales que permitan determinar esos efectos sobre los tejidos humanos y en particular sobre el afectado por psoriasis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zayas Guillot JD. La magnetoterapia y su aplicación en la medicina. Rev Cubana Med Gen Integr 2002; 18(1):60-72.
2. Sancho M. Consideraciones físicas sobre la interacción de los campos electromagnéticos con los sistemas biológicos. <<http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/contaminacion-electromagnetica-medioambiental/material-de-clase-2/lectura3.pdf>> [consulta: 2 octubre 2008].
3. García SI. La salud humana y los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja. Buenos Aires: Asociación Toxicológica Argentina, 2005.
4. Lagarto Parra A, Bernal Sologuren I. Utilización terapéutica de las aguas y fangos mineromedicinales. Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos. Rev Cubana Farmacología 2002; 36(1):62-8.
5. Rodríguez Domínguez I, Santana Gutiérrez O, Recio López O, Fuentes Naranjo M. Beneficios del *Aloe vera l.* (sábila) en las afecciones de la piel. Revista Cubana de Enfermería 2006; 22(3). <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192006000300004> [consulta: 26 marzo 2008].
6. Jacas García C, Bolívar Hernández D, Caballero Orduño A. Tratamiento de la psoriasis con dos técnicas acupunturales. MEDISAN 2004; 8(4):9-14 <http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol8_4_04/san02404.htm> [consulta: 16 enero 2008].

7. Itamura R. Effect of homeopathic treatment of 60 Japanese patients with chronic skin disease. *Compl Ther Med* 2007; 15(2):115-20.
8. Miranda Díaz BT, Guerra Castro MM. Empleo del equipo FOTOTER 101 para el tratamiento de la psoriasis. <<http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202005/vol4%202005/tema04.htm>> [consulta: 10 febrero 2011].
9. Zuaznábar R, Pérez JR, Vergel de la Osa V. Desarrollo de 2 formulaciones de coriodermina II. Centro de Histoterapia Placentaria. <http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol39_esp_05/vol39esp.pdf>[consulta: 5 noviembre 2010].
10. Hidalgo de la Paz A, González Deben M, Quiñones Ceballos A. Acción del campo magnético de baja frecuencia en la cicatrización de la piel. *Rev. Cubana Invest Bioméd* 2001; 20(3):178-83.
11. España. Ministerio de Sanidad y Consumo. Evaluación actualizada de los campos electromagnéticos en relación con la salud pública. Informe técnico elaborado por el Comité de Expertos. Madrid: MSCE, 2003.
12. Falabella R, Escobar CE, Giraldo N. Fundamentos de la medicina. En: *Dermatología*. 5 ed. Medellín: CIB, 1997:40; 217-24.
13. Psoriasis. Guías de tratamiento. <<http://www.acciopsoriasi.org/guiade.pdf>> [consulta: 16 enero 2011].
14. Fernández Hernández-Baquero G, Regalado Ortiz González P, Grillo Martínez R, Puertas Gómez J, Simón Ramón D, Cortés Hernández M, et al. Acné, psoriasis, pitiriasis rosada de Gubert, eritema multiforme, enfermedades nodulares, urticaria, prurito. En su: *Dermatología*. 2 ed. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1990: 15; 175-81.
15. Alfonso Trujillo I, Díaz García MA, Sagaró Delgado B, Alfonso Trujillo Y. Patogenia de la psoriasis a la luz de los conocimientos actuales. *Rev Cubana Med* 2001; 40(2):122-3.
16. Domonkos AN. Dermatitis seborreica y psoriasis. En: Domonkos AN. *Tratado de dermatología*. La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1983:10; 228-42.
17. Radiaciones no ionizantes. ¿Son peligrosas para la salud? <<http://fundacionannavazquez.wordpress.com/2007/07/17/radiaciones-no-ionizantes-%C2%BFson-peligrosas-para-la-salud/>> [consulta: 12 diciembre 2008].
18. Blank M. Protein and DNA reactions stimulated by electromagnetic fields electromagnetic. *Biol Med* 2008; 27(1):3-23.
19. Bardasano JL, Elorrieta Pérez de Diego JI. *Bioelectromagnetismo*. Ciencia y salud. Madrid: McGraw-Hill, 2000.
20. Jackson JD. *Classical electrodynamics*. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

21. Mashevich M, Folkman D, Kesar A, Barbul A, Korenstein R, Jerby E, et al. Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic fields associated with cellular phones leads to chromosomal instability. *Bioelectromagnetics* 2003; 24:82-90.
22. Novikov VV, Novikov GV, Fesenko EE. Effect of weak combined static and extremely low-frequency alternating magnetic fields on tumor growth in mice inoculated with the Ehrlich ascites carcinoma. *Bioelectromagnetics* 2009; 30:343-51.
23. Markov MS. Thermal vs. non-thermal mechanisms of interactions between electromagnetic fields and biological systems. En: Ayrapetyan S, Markov M, eds. *Bioelectromagnetics: Current concepts*. Dordrecht: Springer, 2006:1-15.
24. Manni V, Lisi A, Pozzi D, Rieti S, Serafino A, Giuliani L, et al. Effects of extremely low frequency (50 Hz) magnetic field on morphological and biochemical properties of human keratinocytes. *Bioelectromagnetics* 2002; 23(4):298-305.
25. Cheryl R. McCreary, Alex W. Thomas, Frank S. Prato. Factors confounding cytosolic calcium measurements in Jurkat E6.1 cells during exposure to ELF magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 2002; 23(4):315-28.
26. De Robertis EM, Hib J, Ponzio R. *Biología celular y molecular*. 12. ed. 4 reimp. Buenos Aires: El Ateneo, 1998:1-484.
27. Cabal C, Otero G, Acuña J. Informe sobre campos electromagnéticos y la salud humana.
<<http://iie.fing.edu.uy/relacionamiento/comunidad/rfsalud/emfsalud%20humana.pdf>> [consulta: 18 abril 2009].
28. Moulder JE. *Electromagnetic fields and human health-FAQ*. Wisconsin: Medical College, 1999.
29. Maslanyj M, Simpson J, Roman E, Schüz J. Power frequency magnetic fields and risk of childhood leukaemia: misclassification of exposure from the use of the 'distance from power line' exposure surrogate, *Bioelectromagnetics* 2009; 30(3):183-8.
30. Dahmen N, Ghezel-Ahmadi D, Engel A. Blood laboratory findings in patients suffering from self-perceived electromagnetic hypersensitivity (EHS). *Bioelectromagnetics* 2009; 30(4):299-306.
31. Bergues Cabrales L, Camué Ciria H, Pérez Bruzón R, Suárez Quevedo M, Céspedes MC, Fariñas Salas M. ELF magnetic field effects on some hematological and biochemical parameters of peripheral blood in mice. *Electr Magnetobiol* 2001; 20(2):185-91.
32. Picazo ML, Vallejo D, Bardasano JL. An introduction to the study of ELF magnetic field effects on white blood cells in mice. *Electr Magnetobiol* 1994; 13:77-84.
33. Itamura R. Effect of homeopathic treatment of 60 Japanese patients with chronic skin disease. *Complement Ther Med* 2007; 15(2):115-20.

34. Koo J, Lee E, BS, a Chai Sue Lee, Lebwohl M. Psoriasis. *J Am Acad Dermatol* 2004; 50:613-22.
35. Falabella R. Escobar CE. Psoriasis. Falabella R. Escobar CE, Giraldo N. En: *Fundamentos de la medicina. Dermatología*. 5 ed. Medellín: CIB, 1997; 40:221-4.
36. Manssur Katrib J, Díaz Almeida JG, Cortés Hernández M, Regalado Ortiz González P, Sagaró Delgado B, Abreu Daniel A, et al. *Dermatología*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2002.
37. Alfonso Trujillo I, Díaz García MA, Sagaró Delgado B, Alfonso Trujillo Y. Patogenia de la psoriasis a la luz de los conocimientos actuales. *Rev Cubana Med* 2001; 40(2):122-34.
<http://bvs.sld.cu/revistas/med/vol40_2_01/med07201.pdf> [consulta: 18 marzo 2011].
38. Herrera E, Ruiz del Portal G. Dermatitis seborreica.
<<http://www.e-dermatosis.com/pdf-zip/Derma023.pdf>> [consulta: 18 marzo 2011].
39. Cortés Hernández M. Pitiriasis rosada de Gubert. Psoriasis. En: Manssur Katrib J, Díaz Almeida JG, Regalado Ortiz González P, Sagaró Delgado B, Abreu Daniel A, et al. *Dermatología*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2002;8:123-34.
40. Psoriasis 2000. La problemática de la psoriasis en España y su futuro. *Boletín No.6*.
<<http://psoriasi.pangea.org/b/pso2000.htm>> [consulta: 12 enero 2011].
41. Wortsman XC, Holm EA, Gregor BE, Gniadecka M, Hans WC. Ultrasonido de alta resolución (15 MHz) en el estudio de la uña psoriásica. *Rev Chil Radiol* 2004; 10(1):6-1.
42. Valdés MP, Schröder F, Roizen V, Honeyman J, Sánchez L. Eficacia y seguimiento en el largo plazo de pacientes con psoriasis vulgar de moderada a severa en tratamiento con infliximab (Remicade®). *Rev Méd Chile* 2006; 134:326-31.
43. Parker F. Enfermedades de la piel de importancia general. En: Cecil. Gill G, Kokko JP, Mandell GL, Ockner RK, Smith TW. *Tratado de medicina interna*. 6 ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 1996:2548-50.
44. Adey WR. Potential therapeutic application of nonthermal electromagnetic fields: Ensemble organization of cells in tissue as a factor in biological field sensing. En: Rosch PJ, Markov MS, eds. *Bioelectromagnetic medicine*. New York: Marcel Dekker, 2004:1-12.
45. Rosch PJ, Markov MS, eds. *Bioelectromagnetic medicine*. New York: Marcel Dekker, 2004:850.
46. Marko M. Magnetic field therapy: A review, electromagnetic. *Biol Med* 2007; 26:1-23.
47. Santos Díaz D, Fernández Muléns I, Ferrer Mahojo LA, Góngora Aguilera S, Pérez Rodríguez Z. Magnetoterapia en el tratamiento de la neuropatía óptica epidémica.

Rev Cubana Oftalmol 1995; 8(1):1-5.

48. Cacciatore E, Cadossi R, Caselli G. Campos electromagnéticos pulsantes de baja frecuencia: su empleo en las enfermedades vasculares periféricas. *Angiología* 1980; 32(5):213-6.
49. Corral Marzo CM. Efectividad del tratamiento con campos magnéticos oscilantes en mujeres con enfermedad inflamatoria pélvica tumoral. <<http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/295/1/Efectividad-del-tratamiento-con-camposmagneticos-oscilantes-en-mujeres-con-enfermedad-inflamatoria-pelvica-tumoral.html>> [consulta: 19 mayo 2010].
50. Mrad Cala C. Tratamiento coadyuvante con campo electromagnético en la pseudoartrosis séptica de la tibia con fijación externa. *MEDISAN* 2000; 4(3):4-8.
51. Meneses Terry MR, Calderín Rodríguez A. Tratamiento del liquen plano con magnetoterapia. *Rev Cubana Med Mil* 1997; 26(1):38-43.
52. Chung-Jen Ch, Hsin-Su Y. Acupuncture, electrostimulation, and reflex therapy in dermatology. *Dermatol Ther* 2003; 16:87-92.
53. Capella GL, Finzi AF. Complementary therapy for psoriasis. *Dermatol Ther* 2003;16: 164-74.
54. Bernardini Ch. Effects of 50Hz sinusoidal magnetic fields on Hsp27, Hsp70, Hsp 90 expression in porcine aortic endothelial cells (PAEC). *Bioelectromagnetics* 2007; 28:231-7.

Recibido: 3 de octubre de 2011

Aprobado: 24 de octubre de 2011

Dra. C. Maritza Batista Romagosa. Hospital Clínicoquirúrgico Docente "Dr. Joaquín Castillo Duany", Punta Blanca s/n, Santiago de Cuba, Cuba.