

MAGNETOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MORFOLOGICAS
FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERSIDAD DE VALENCIA

INDICE

I	INTRODUCCION	1
II	EFECTO BIOLOGICO DE LOS CAMPOS MAGNETICOS	3
III	BASES FISICAS DE LOS CAMPOS MAGNETICOS	16
IV	NORMAS FUNDAMENTALES DE APLICACION	21
V	APLICACIONES CLINICAS	24

I - INTRODUCCION

1.- ¿QUE ES LA MAGNETOTERAPIA?

Se podría definir la MAGNETOTERAPIA como una "técnica terapéutica consistente en aplicar campos magnéticos artificiales sobre una zona del cuerpo humano aquejada de una disfunción o trauma, controlando la frecuencia e intensidad de estos campos".

En definitiva, sería someter la zona afectada a un campo magnético similar al terrestre, al que todos estamos sometidos, lo cual ya empieza a explicarnos el porqué de la inocuidad de esta técnica pero con la ventaja de que, mientras el campo magnético terrestre es de 0,5 gauss y constante, los campos magnéticos artificiales podemos elevarlos hasta niveles superiores y controlar con toda exactitud su frecuencia y el tiempo de aplicación.

2.- HISTORIA DE LOS CAMPOS MAGNETICOS

¿Dónde se podría situar el punto de arranque del electromagnetismo como lo conocemos hoy?

Con el advenimiento del siglo XVIII surgen los conocimientos científicos sobre la electricidad, pero es durante el siglo XIX cuando se vinculan fenómenos eléctricos y magnéticos gracias a Oersted y Ampère, quienes dan las bases sobre las que se edifican todas las teorías y experiencias posteriores.

Cuando Oersted descubrió por casualidad lo que llamó "la fuerza magnética" (el efecto que una corriente eléctrica producía sobre una aguja imantada a la que desviaba), y cuando Ampère describió la teoría matemática que explicaba este efecto y las acciones mutuas entre corrientes estacionarias, se pusieron los cimientos para que Faraday enunciara en 1.830 las "leyes de la inducción electromagnética".

Lo más importante es encontrar el nexo de unión que transporte estos conocimientos científicos

Para nosotros el más importante es D'Arsonval, físico francés que observó cómo los campos electromagnéticos de alta frecuencia producían "efectos específicos" absolutamente diferentes a los del calor, producidos por esta energía al penetrar en el cuerpo y en los tejidos. Fruto de su trabajo son las corrientes que llevan su nombre: "Corrientes D'Arsonval". Sin embargo, no fue aceptado por la escuela alemana, que atribuía los grandes beneficios que estas corrientes obtenían al calor producido por la energía.

No obstante, esta relación que se establece entre energía y materia sirve para que Erwin Schrodinger gane el premio Nobel basándose en que el debilitamiento conduce a un fenómeno de despolarización celular y, por tanto, el objetivo será mantener célula y tejido en un óptimo estado de polarización.

En 1.954 en Japón, Yasuda y Fukuda explican y llevan por primera vez a la práctica diaria su descubrimiento sobre las propiedades piezoeléctricas del hueso seco. Sometido éste a una deformación determinada, se produce una electronegatividad en la concavidad y una electropositividad en la convexidad.

Estas experiencias fueron aprovechadas por Andrew Basset en el hueso vivo, y dio lugar a que descubriera o intuyera que este fenómeno era señal suficiente como para deducir que una estimulación eléctrica de la célula ósea joven contribuiría a la formación de un callo de fractura.

En esta misma época tienen lugar los viajes espaciales, que van a tener una trascendencia en el estudio y desarrollo de los campos magnéticos como técnica terapéutica. Se comprueba que monos y ratas enviados al espacio en sucesivas expediciones, al estar sometidos a nula gravitación y ausencia de campos magnéticos, presentaban funciones fisiológicas normales pero sufrían una descalcificación ósea que llegaba a determinar la aparición de una osteoporosis precoz, la cual iba desapareciendo de forma progresiva al regresar a la Tierra y sin tratamiento medicamentoso alguno. Sin embargo, mantenidos en la Tierra en jaulas especiales que anulaban el campo magnético terrestre, la osteoporosis progresaba.

Las siguientes investigaciones en esta línea no hacen sino coincidir en la importancia del campo magnético terrestre en el mantenimiento del equilibrio hidro-homeostático óseo.

II - EFECTO BIOLÓGICO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

1.- INTRODUCCION

No es extraño encontrar, repasando la bibliografía sobre campos magnéticos, gran variedad de aplicaciones terapéuticas de los mismos. Del mismo modo, se puede comprobar que existen trabajos que tratan de poner de manifiesto el mecanismo de acción biológica de este fenómeno físico.

Intentaremos reunir y exponer, de la manera más clara y sucinta posible, los conocimientos actuales sobre el mecanismo de acción de los campos magnéticos.

2.- EFECTOS A NIVEL CELULAR

2.1.- ESTIMULACION DE LA REPRODUCCION CELULAR

Como es sabido, los genes controlan la herencia de padres e hijos, pero la mayor parte de las personas no se dan cuenta de que los mismos genes controlan la función diaria de las células y su reproducción.

El gen o portador de los factores hereditarios, que es un ácido nucleico denominado DNA, va a dictar las órdenes para que la célula elabore las proteínas. El RNA recibe esas órdenes y las ejecuta. Para la síntesis tienen importancia tres tipos de RNA: RNA mensajero, RNA de transferencia, y RNA ribosómico.

Los ácidos nucleicos (DNA o RNA) son los encargados, junto con los enzimas, de controlar todas las actividades bioquímicas de la célula, así como su reproducción. La multiplicación celular constituye un proceso previo y necesario a la reproducción de los organismos pluricelulares, ya que el desarrollo de un organismo se basa en la capacidad de división y diferenciación de las células que lo

estimulando dicha reproducción.

En nuestros trabajos de investigación hemos encontrado resultados que corroboran estos conceptos, como son:

- 1.- Formación de eucromatina y desaparición de la heterocromatina nuclear.
- 2.- Aumento de ribosomas.
- 3.- Dilatación del retículo ergatoplásmico rugoso.
- 4.- Aumento en número y densidad de mitocondrias.
- 5.- Dilatación y desarrollo del aparato de Golgi.

2.2.- AUMENTO DE MITOCONDRIAS

Como ya sabemos, la misión de estos orgánulos es de las más importantes de la célula, ya que son los que proporcionan la energía. Es aquí donde los glúcidos, lípidos y aminoácidos se oxidan a CO_2 y agua mediante el oxígeno molecular, transformándose la energía liberada en este proceso en energía química acumulada en forma de ATP.

Esta energía en forma de ATP es utilizada en el transporte activo para facilitar la entrada de los nutrientes en la célula, sin los cuales la vida de la misma no sería posible.

En nuestros trabajos experimentales hemos podido observar a microscopia electrónica un aumento de mitocondrias después de una serie de exposiciones a un campo magnético inducido de baja frecuencia, cuyas consecuencias son un aumento energético celular y, por lo tanto, una mayor facilidad de penetración de las sustancias extra celulares a través de la membrana por medio del transporte activo. Otra consecuencia derivada de este aumento de mitocondrias es la activación de los sistemas REDOX.

2.3.- ESTABILIZACION BOMBA Na-K

La función de la bomba de sodio es impedir el edema intracelular, el cual aparecería en caso de

Será necesario, por lo tanto, descargar esta gran concentración intracelular de sodio. Para ello existe un mecanismo activo de transporte denominado bomba de sodio. Su funcionamiento es el siguiente:

El sodio intracelular se combina con el portador X, a nivel de la superficie de la membrana, formando el complejo Na-X. Este se desplaza hacia la superficie externa donde el sodio es liberado y el portador X cambia su composición química ligeramente para transformarse en portador Y.

Este portador luego se combina con potasio formando el complejo K-Y, que se desplaza hacia la superficie interna de la membrana donde proporciona energía. Allí se produce la disociación del complejo, separándose el potasio de Y, y así el ciclo continúa indefinidamente.

Para que se pueda producir esta separación de potasio en la superficie interna de la membrana celular es necesario un aporte de energía, proveniente de Mg-ATP, por influencia de una enzima: la ATPasa.

Hemos podido comprobar que los campos magnéticos apoyan la acción de la ATPasa, consiguiendo así un mejor funcionamiento y estabilización de la bomba de sodio, y evitando los edemas celulares.

2.4.- EFECTOS SOBRE LA PERMEABILIDAD DE LA MEMBRANA

Los cationes, en general, van a regular la actividad de los distintos órganos, favoreciéndola o inhibiéndola, y ejerciendo entre ellos acciones antagónicas. Por lo tanto, para que se produzca un adecuado funcionamiento de cualquier sistema fisiológico, no sólo tienen que existir los cationes, sino que éstos han de estar además en una determinada proporción que se caracteriza por:

- 1.- Una concentración salina isotónica.
- 2.- Un pH adecuado.
- 3.- Una composición catiónica cualitativa y cuantitativamente equilibrada.

3.- EFECTOS A NIVEL DE ORGANOS Y SISTEMAS

3.1.- EFECTO TROFICO OSEO

El efecto trófico de los campos magnéticos ha sido estudiado sobre todo a raíz de su aplicación en fracturas óseas.

El hueso se compone de una matriz orgánica resistente considerablemente reforzada por depósitos de sales de calcio. La matriz orgánica del hueso se compone aproximadamente de un 95% de fibras colágenas, correspondiendo el 5% restante a la sustancia fundamental formada por líquido extra celular, mucoproteínas, sulfato de condroitina, y ácido hialurónico.

Una característica del colágeno, sobre todo a nivel óseo, es el efecto piezoeléctrico. La piezoelectricidad es la propiedad que tienen los cuerpos anisótropo-cristalinos de deformarse cuando se les somete a un campo eléctrico, o bien de polarizar su masa o crear cargas eléctricas cuando se le somete a fuerzas mecánicas.

Esto significa, a nivel óseo, que si fracturamos un hueso sometiéndole a una fuerza mecánica, éste polarizará su masa creando cargas eléctricas encargadas de volver a estructurar el callo óseo.

El campo magnético, debido a este carácter piezoeléctrico del hueso, facilita la orientación arquitectónica de las trabéculas óseas en zonas dañadas. Ello se traduce en la generación de un callo óseo mejor formado, es decir, de mejor calidad.

Todos los trabajos revisados indican que un campo magnético acelera la formación del callo óseo, actuando de la siguiente manera:

- 1.- Aumenta la producción de colágeno.
- 2.- Aumenta el depósito de calcio.
- 3.- Modifica la orientación polar de la arquitectura ósea.
- 4.- Estimula la síntesis de ácido hialurónico.

Así, llegamos a la conclusión que después de una serie de exposiciones a un campo magnético

3.2.- EFECTO VASCULAR

El sistema circulatorio está provisto de un sistema complejo para controlar el riego sanguíneo de diversas partes del cuerpo. En general, estos controles son de tres tipos:

- 1.- Control local del riego sanguíneo de cada tejido.
- 2.- Control nervioso del riego sanguíneo, controlando la temperatura corporal.
- 3.- Control humoral.

Se ha observado que los campos magnéticos facilitan la neoformación capilar, así como la aparición de pericitos en los capilares y la apertura de los esfínteres precapilares.

En casi todos los trabajos revisados, el mecanismo de acción es el siguiente:

- 1.- A nivel local hay una acción vasodilatadora por mejora de la circulación arterial.
- 2.- Se observó una mejora de la presión parcial de oxígeno.

Debido a la acción vasodilatadora y a la mejora de la circulación arterial producidas por un campo magnético podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- 1.- Al facilitar el riego sanguíneo de las zonas dañadas facilitamos también la oxigenación celular, con la consiguiente mejora de la zona tratada.
- 2.- Al producirse un efecto vasodilatador, desaparecen todos los problemas provocados por constricciones venosas o arteriales.

3.3.- EFECTO ANALGESICO

El efecto analgésico es claramente evidenciable, como se ve en la mayor parte de los trabajos revisados, pero cuya génesis no es aún plenamente conocida.

Una hipótesis de trabajo sería pensar que, dado que el dolor se inicia al producirse el fenómeno

No obstante, nuestras investigaciones nos permiten considerar que el efecto analgésico se debe al aumento de producción de los oligopéptidos que constituyen el grupo mórfico de las endorfinas y las encefalinas, siendo, por tanto, el efecto antiálgico central y periférico.

3.4.- EFECTO NEUROVEGETATIVO

Como ya sabemos por los trabajos anatomofisiológicos, la parte del sistema nervioso que rige las funciones viscerales del cuerpo recibe el nombre de sistema nervioso autónomo o sistema neurovegetativo. Este sistema ayuda fundamentalmente a controlar, entre otros:

- 1.- La presión arterial.
- 2.- La motilidad y la secreción digestiva.
- 3.- La emisión urinaria.
- 4.- La secreción del sudor.
- 5.- La temperatura corporal.

Ramón y Cajal sentó las bases de la llamada "doctrina de la neurona", en virtud de la cual quedó demostrado que las neuronas son células independientes, es decir, que sus expansiones (dendritas y axones) terminan en cabos libres. Según esto, las relaciones que se establecen entre las células nerviosas son de simple contacto, pero no existe una continuidad o soldadura entre ellas. Estas conexiones entre las neuronas que carecen de continuidad reciben el nombre de sinapsis; espacio que lógicamente debe saltar el impulso nervioso al pasar de una a otra.

Este paso se realiza porque cuando el impulso llega a la sinapsis, se liberan unas sustancias (acetilcolina o adrenalina) que actúan como mediadores químicos de dicho impulso, y que se hallan almacenadas en pequeñísimas vesículas situadas en la terminación libre de la neurona presináptica.

La transmisión del impulso nervioso se trata de un fenómeno de naturaleza electroquímica regulado por la distribución de aniones y cationes dentro y fuera de la membrana de la fibra nerviosa.

Las membranas celulares, merced a la acción de la denominada bomba de sodio-potasio (Na-K),

está polarizada.

Cuando un impulso nervioso recorre una fibra, la permeabilidad de su membrana experimenta un cambio importante debido a que la bomba Sodio-Potasio se invierte. Debido a ello se invierten también las cargas eléctricas a ambos lados de la membrana, de tal manera que el exterior queda cargado negativamente y el interior positivamente, fenómeno que se conoce con el nombre de despolarización.

La despolarización de la membrana dura milésimas de segundo y avanza a lo largo de la fibra como una onda, transmitiéndose así el impulso nervioso. A medida que dicha onda de despolarización progresa, restablece tras ella nuevamente el equilibrio eléctrico de la fibra en reposo, es decir, sobreviene una repolarización.

La llegada de un impulso nervioso provoca la liberación de la acetilcolina en el espacio sináptico, que de esta manera forma contacto con la membrana de las terminaciones dendríticas postsinápticas. Este estímulo químico de la acetilcolina sobre las membranas postsinápticas provoca la despolarización de las mismas; despolarización que en forma de onda se propaga a lo largo de la otra célula nerviosa.

La acción de la acetilcolina cesa rapidísimamente en cuanto ha estimulado la membrana postsináptica, debido a que se hidroliza por la acción de la enzima acetilcolinesterasa, formando acetato y colina. De esta manera la membrana postsináptica queda repolarizada. La acetilcolinesterasa está localizada en la propia membrana postsináptica.

Se ha comprobado que un campo magnético produce un aumento de los niveles mediadores químicos, tanto catecolamínico (adrenalina, noradrenalina, etc.), como de la acetilcolina. Igualmente, y dependiendo de la orientación que se le dé al ganglio nodular y nervio vago en un campo magnético, se observa una facilitación o inhibición de la transmisión del impulso nervioso. Esto es debido a la orientación producida por el campo magnético en los iones de la membrana celular, ya explicado anteriormente en el punto 2 (Efecto celular).

linfocitaria, por disminución del fluido de membrana celular.

Sin embargo, a nivel de las células germinales, y en tejidos fetales, se ha observado, tras la aplicación de un campo magnético, la aparición de una respuesta autoinmune con consecuencias desfavorables para los vástagos, secundarias a un conflicto materno-fetal.

4.- RESUMEN, CONSIDERACIONES Y DISCUSION

Hemos realizado nuestras experiencias sobre la acción de campos magnéticos pulsantes de 52 Gauss y baja frecuencia, de 50 a 15000 Hz., diariamente, durante treinta minutos en períodos diferentes, no pasando de series de más de veintiún días seguidos a las 10 horas "ante meridian", durante:

- 1.- La porción media de otoño, tercio final de octubre y dos tercios primeros de noviembre, en el mismo lugar del laboratorio.
- 2.- La porción media de invierno, de mediados de enero a mediados de febrero.
- 3.- La porción media de primavera, de mediados de abril a mediados de mayo.
- 4.- La porción media de mediados de Julio a mediados de agosto. Sin encontrar modificaciones estacionales.

Los resultados obtenidos por ZAGORZKAIA (1.985), que utiliza campos magnéticos con parámetros similares a los nuestros, arrojan respuestas de aumento de actividad y secreción de ACTH a las veinticuatro horas de estimulación, así como aumento de cortisol y cetosterona, que no llegan a ser significativos estadísticamente. Sin embargo, las tasas de testosterona aumentan significativamente, al igual que ocurre con las hormonas tiroideas.

En nuestros resultados hemos observado un punto de coincidencia con esta autora ya que, aunque no hemos determinado hormonas, sí encontramos ya desde las veinticuatro horas, aumentos de los aminoácidos en sangre que constituyen estas hormonas. Estos aumentos son unas veces estadísticamente significativos, y otras no estadísticamente significativos.

Desde el punto de vista morfológico estos hechos fueron observados por SOLER PUCHADES

Estas activaciones coinciden con las encontradas por BAYO MAICAS (1.989), SMITH FERRES (19), en el sustrato morfológico del páncreas endocrino que, utilizando un modelo de activación experimental similar al nuestro, observa un aumento de tasas en las secreciones de insulina, glucagón y glucemia. SMITH-AGREDA, FERRES-TORRES y MONTESINOS CASTRO-GIRONA (1.990), utilizando el mismo modelo experimental de campos magnéticos, pero tras la exéresis parcial del páncreas por la técnica de FOGLIA, observan una activación tanto de la esfera exocrina como de la endocrina, plasmada en una repleción de prozimógeno y zimógeno, así como un aumento de granos de insulina y preinsulina a los tres y seis días, en comparación con los animales testigos.

Efectos similares se obtienen sobre el callo de fractura por los trabajos de HAUMOVICI (1.980) y HAUMOVICI (1.984), y establece la dinámica metabólica del calcio en la fractura estimulando el callo con campos magnéticos, utilizando el trazador de estroncio-85 que tiene un metabolismo paralelo.

Similares características de actividad se han observado por BARDASANO y COL (1.985) y (1.986), así como GIMENEZ GONZALEZ (1.988), sobre el sustrato epifisiario; igual que sobre las células de Purkinje por BENET-LLOP (1.988) y MONTEAGUDO y DELGADO (1.982), sobre el hipocampo y la corteza motora, siempre que se utilicen modelos de campos magnéticos pulsantes de baja potencia e intensidad.

La importancia de los parámetros del modelo experimental de campos magnéticos pulsantes de baja intensidad y frecuencia, se destaca al contrastar los resultados con los efectos obtenidos por autores como WATSON (1.975), BREMER (1.979), ALBERT (1.982), etc., que utilizando campos magnéticos de alta frecuencia e intensidad obtienen efectos completamente distintos, por lo tanto LESIVOS.

Los efectos positivos con frecuencias bajas o ultrabajas realizados por DELGADO (1.981), MAFFEO, MILLER Y CARSTENSEN (1.984) etc., encuentran resultados de aumento de peso, aunque en nuestros trabajos los resultados de las curvas ponderales no llegan a ser estadísticamente significativos. El estudio de nuestras experiencias y la comparación con los trabajos de otros autores parece establecer que los campos magnéticos pulsantes de baja intensidad y frecuencia son útiles y asimilables a la materia viva y, concretamente, al organismo de los mamíferos.

Las altas intensidades y las altas frecuencias son nocivas al organismo, como demuestra una

Por otra parte, los procesos biológicos están íntimamente integrados con los procesos magnéticos (también llamados cosmotelúricos), que demuestran la existencia de una red geomagnética terrestre, constituyendo una cuadrícula sobre la superficie terrestre de dimensiones más o menos constantes. Esta red cuadrículada adopta una orientación magnética.

Esta orientación, en la dirección Norte-Sur, forma unos muros energéticos cada dos metros, y en la dirección Este-Oeste cada 2'5 metros. En estas "paredes invisibles de energía" la intensidad de campo magnético total es de 1'5 gauss para toda la superficie de España. Sin embargo, es muy superior en los puntos de cruce de la retícula, lugares en donde hay mayor frecuencia de procesos patológicos.

El hecho de los efectos terapéuticos duraderos o prolongados sobre el dolor coincide con lo determinado por DELGADO (1.982), indicando el efecto acumulativo que se explica en los trabajos de POPP (1.981) y (1.984), que demuestran el efecto de los campos magnéticos pulsantes de baja potencia, intensidad y frecuencia: estimulan la síntesis de DNA en los fibroblastos por el estímulo que se produce en la cromatina nuclear, que inmediatamente después de la primera sesión de estimulación se transforma en eucromatina, potenciando los efectos del RNA de estimulación de la ciclosis celular; detalle ya expuesto por casi todos los autores que han trabajado con estos parámetros y que coinciden con el hecho de las propiedades ferromagnéticas del RNA.

Como hemos indicado, estos estímulos se observan morfológicamente y también en las determinaciones de las tasas de aminoácidos en sangre. Este hecho fue puesto de manifiesto por SMITH-FERRES (1.986), ZABALETA y COLS (1.987), que tras la estimulación con luz láser de distinta longitud de onda, observan variaciones de aumento significativas en las tasas de aminoácidos y que, tras los trabajos de POPP (1.984), se responsabiliza por la formación en el DNA de "exciples" o "excimeros".

Nosotros queremos indicar estos efectos sobre el DNA, la similitud del hecho, e incluso de la forma de actuar, según la ley fundamental de MAXWELL (1.985), e indicando que cabría considerar que el efecto positivo de los láseres se debe a la "fracción magnética" de su onda electromagnética.

Con respecto a cómo y dónde actúan los campos magnéticos, se ha considerado que existen en las envolturas cerebrales de aves depósitos magnéticos de óxido de hierro, que se consideró como

de los niveles de energía de los electrones o, lo que es lo mismo, en los números cuánticos que supeditan a los citados niveles.

De los seis números cuánticos considerados, es el 3, o número cuántico "m", o magnético, o número de ZEEMAN, el que es el verdadero receptor ya que, en Física, se achaca a este número cuántico el hecho de que los campos magnéticos exteriores ejerzan influencias sobre los espectros atómicos, es decir, que orientan sus órbitas.

Como sabemos, los valores del número M son de: +2, +1, 0, -1, -2, en los cuales se basa la clasificación de las sustancias en:

- Diamagnéticas. M: 0, -1, -2.
- Paramagnéticas. M: +1.
- Ferromagnéticas. M: +2.

Estos hechos observables en el Reino Mineral, con su estado sólido, líquido o gaseoso, son mucho más explícitos en el reino biológico a nivel de biología molecular, dado que los seres vivos se encuentran en estado "mesomórfico" o de líquidos sinécticos, es decir, se les considera como líquidos, con su tensión superficial, etc., pero con una característica fundamental: el hecho de que sus moléculas poseen anisotropía, es decir, que están rígidamente ordenadas con respecto a ejes fijos y son, casualmente, el "equilibrio" entre las fuerzas de sus átomos y moléculas, lo que mantienen este estado de "mesocristal".

La pérdida de anisotropía supone la pérdida de este equilibrio y, en consecuencia, el caos de ordenación y el paso al estado líquido o sólido, como demostraron, actuando sobre el surfactante pulmonar, SMITH-AGREDA, FERRES-TORRES y MONTESINOS (1.990).

Esta acción de los campos magnéticos equilibrando las cargas, aclara el hecho de que la membrana celular, considerada hasta ahora como una estructura diamagnética, normalice su potencial de membrana tras las estimulaciones electromagnéticas o magnéticas sobre la bomba de sodio, que la convierten, funcionalmente, en un fenómeno "piezoelectrónico" al ordenar las cargas dentro de la célula.

concentración y floculación de las partículas coloidales, debido a la eliminación de la capa del coloide protector, dando lugar al proceso de coervación o coacervación.

Cuando los cuerpos mesomorfos reciben un aporte de energía del tipo que sea, por ejemplo, calórico (que no es sino unas radiaciones electromagnéticas entre la gama de 800 a 1.300 nm/seg.), sufren modificaciones en sus propiedades, perdiendo la ordenación o anisotropía y haciéndose translúcido, pasando a poseer isotropía.

Este cambio de estado se denomina "punto de fusión" del estado mesomorfo.

Otras veces el aporte de energía, si no es violento o en grandes cantidades, puede detener la evolución hacia el punto de fusión mesomórfico y recuperarse un proceso de degradación.

El efecto terapéutico que se indica en clínica creemos puede deberse al efecto que estas energías ejercen sobre los "efectos de coervación" que evitan que las proteínas pasen de sol a gel. Actúan, entre otras estructuras, sobre los proteoglicanos, tanto los que poseen polisacáridos neutros o ácidos, como el ácido hialurónico, así como sobre la coditzina, fundamentalmente el ácido condritín-sulfato, lo que aclararía los efectos sobre los fibroplastos y los tejidos embrionarios y condrogénicos.

Estos hechos coinciden y explican los resultados que nosotros encontramos tras las variaciones de las tasas de aminoácidos determinados que contribuyen a constituir los compuestos químicos que describen estos autores citados.

El efecto de "acumulación" descrito por DELGADO (1.982) lo comprobamos en nuestros estudios, y lo achacamos a los efectos objetivizados, morfológicamente, con el estudio de la ciclosis celular, coincidiendo en nuestros estudios con los trabajos de INSA FENOLLAR (1.989) y SMITH-FERRES (1.993) en el lóbulo anterior, pero aportando, además, nosotros, los efectos sobre el lóbulo intermedio y posterior.

Queremos, por último, indicar una observación que nos ha llamado la atención, y es el hecho de que en los grupos de animales situados durante 30 minutos en el interior de la bobina, después de haberla desconectado tras la previa activación, se producen efectos estimulantes. Este hecho considera

5.- CONCLUSION

De la acción ejercida por los campos magnéticos a nivel celular, podemos llegar a la siguiente conclusión:

Si a células dañadas en un organismo le producimos un aumento de energía con un campo magnético, activando con esto los sistemas encargados de la nutrición, respiración y reproducción de las células, estamos provocando una rápida regeneración del tejido dañado, con la consiguiente recuperación del enfermo.

III - BASES FISICAS DE LOS CAMPOS MAGNETICOS

1.- INTRODUCCION

Vamos a establecer, sin entrar en grandes profundidades, unas bases físicas sencillas pero fundamentales, que son las que nos interesan desde un punto de vista práctico, a fin de conocer mejor lo que aplicamos y cómo lo hemos de aplicar.

La magnetoterapia está fundamentada en la aplicación de una técnica prácticamente física, precisando por lo tanto para su descripción la utilización de términos físicos.

Hablaremos en primer lugar de los conceptos que se consideran fundamentales para la comprensión de lo que es un campo magnético.

2.- ¿QUE ENTENDEMOS EN FISICA POR CAMPO MAGNETICO?

"Se entiende por campo magnético aquella región del espacio en la que se manifiestan fenómenos magnéticos", de forma que es algo que no se puede ver ni tocar, por lo que aún es poco conocido. Por esto, las últimas líneas de investigación se centran en tratar de describir la estructura y naturaleza de los campos magnéticos.

En el mundo en que vivimos existe un campo magnético que tiende a que se manifieste el efecto de una aguja imantada, orientada siempre en una misma dirección del espacio.

3.- ¿QUE PRODUCE UN CAMPO MAGNETICO?

4.- DEFINICIONES MAS IMPORTANTES

INDUCCION MAGNETICA.- Es la capacidad que posee un campo magnético de inducir fenómenos magnéticos en un determinado punto. Se expresa en Gauss.

FLUJO MAGNETICO.- El flujo de una magnitud cualquiera a través de una superficie recibe el nombre de flujo. El flujo magnético se mide por el número de líneas de fuerza que atraviesan una superficie; y dicho número varía con la distancia y la posición que tenga dicha superficie.

LINEAS DE FUERZA.- Indican la dirección de un campo en cada punto.

INTENSIDAD MAGNETICA.- Es la fuerza ejercida por el campo sobre una unidad de masa puesta en un punto de dicho campo.

FRECUENCIA.- Es la cantidad de veces por segundo que cambia de signo una señal de polaridad alterna. Se expresa en hertzios (Hz.)

ESPECTRO DE FRECUENCIAS.- Es un conjunto de frecuencias.

5.- COMO SE GENERA UN CAMPO MAGNETICO

Los campos magnéticos son siempre el resultado de una corriente eléctrica macro o microscópica. Dado esto, uno de los procedimientos para generar un campo magnético consiste en hacer circular una corriente eléctrica por un conductor adecuadamente colocado en el espacio. Una de las formas más habituales de colocar este conductor es la circular dando vueltas sobre un soporte; esto constituirá los solenoides.

Veamos qué proceso lleva la corriente eléctrica desde que se establece la circulación de cargas en el conductor hasta que aparece un campo magnético en el espacio que rodea a esta bobina.

Primero se establece una diferencia de potencial, haciendo que por aquí circule una corriente eléctrica. Ya la ley de Ampère enunciada en el siglo pasado establecía que la circulación de la corriente eléctrica originaba la aparición de un parámetro físico, que es la intensidad magnética H .

El hecho de que haya un número de espiras, una intensidad magnética circulando por el

Resumiendo:

- 1.- La corriente eléctrica genera una intensidad magnética.
- 2.- El valor de la intensidad magnética influye sobre la inducción magnética.
- 3.- Esta influencia depende del medio.
- 4.- Todos los campos magnéticos se deben a corrientes eléctricas.

6.- TIPOS DE CAMPOS MAGNETICOS

En principio, se pueden clasificar en estacionarios y no estacionarios.

Los estacionarios siempre mantienen el mismo valor y dirección. Los no estacionarios pueden ser pulsantes o alternos. Los alternos, por su parte, pueden ser simétricos o asimétricos.

CAMPOS MAGNETICOS: - ESTACIONARIOS

- NO ESTACIONARIOS: - PULSANTES

- ALTERNOS: - SIMETRICOS

- ASIMETRICOS

7.- ¿CUAL ES EL TIPO DE CAMPO MAGNETICO IDONEO PARA FINES TERAPEUTICOS?

Una vez conocidas, aunque de forma somera, las bases físicas del magnetismo, vamos a volver al concepto general de campo magnético, y a definirlo como "el espacio inmediato sobre el que actúa un imán, provocando en él un cierto estado de tensión no homogéneo, esto es, con propiedades magnéticas distintas en cada punto de ese espacio". Con esto ya tenemos los elementos básicos de la terapia que nos ocupa.

Sabemos que el campo magnético generado varía en función del tipo de corriente que atraviese el solenoide. Si la corriente es continua el campo magnético será continuo, pero si es variable, también lo será el campo magnético. Como lo que buscamos es crear un campo magnético pulsante, debemos

es nuestro objetivo.

Pero, ¿por qué no utilizar campos magnéticos continuos?. Por dos motivos fundamentales:

- 1.- Porque se produce el efecto Joule de forma continua. El calor que desprende el solenoide es proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente que circula por él.
- 2.- La dificultad de crear campos magnéticos uniformes de gran dimensión.

Hasta aquí todos cuantos han desarrollado campos magnéticos con fines terapéuticos están de acuerdo porque se trata de fenómenos objetivos. Pero a partir de este punto empiezan las divergencias entre los científicos y también entre los fabricantes de aparatología de campos magnéticos. Por ejemplo:

¿Cómo debe ser el solenoide?

¿Cuál debe ser la forma de la onda?

¿Cuál debe ser la frecuencia del campo?

¿Cuál debe ser la intensidad del campo?

Muchos trabajos se han publicado acerca de estas cuestiones, sin llegar a un acuerdo definitivo. Por esto, sin entrar en polémica, vamos a aportar unas ideas sobre las formas más comúnmente empleadas, considerando las preguntas más arriba planteadas.

En cuanto al solenoide, se han utilizado de varios tipos:

- Cilindro único de 40-50 cm. de diámetro.
- Cilindro único de 15-20 cm.
- Placas cuadradas que producen trenes de ondas.
- Aplicadores loco-regionales.

El solenoide de más aceptación es de 60 o más centímetros de diámetro, debido a su mayor comodidad y facilidad de uso. También se han creado solenoides específicos para aplicaciones maxilofaciales.

- Trenes de ondas sinusoidales.
- Semiondas o dobles semiondas de 50 Hz.
- Trenes de ondas cuadradas.
- Impulsos trapezoidales mono o bidireccionales.
- Los mismos, pero con frecuencia rápida y frecuencia elevada, hasta 10 Khz.
- Impulsos de forma triangular y frecuencia variable.

Como puede observarse la diversidad es considerable, lo que hacía pensar que merecería la pena dedicar un mayor esfuerzo de investigación a este tema, máxime teniendo en cuenta su capital importancia en el resultado final: la aplicación de terapias.

En nuestras investigaciones hemos llegado a la conclusión de utilizar una onda combinada que permite seleccionar un campo magnético unidireccional (formando un dipolo N.S.), de características analgésicas, y un componente alterno añadido, que sirve para activar la proliferación celular.

Hemos podido comprobar que el espectro de estas frecuencias era más efectivo que la fundamental, llegándose a la conclusión de que añadiendo márgenes mayores en su componente en frecuencia se podría obtener un espectro aún mayor, alcanzando un campo espectral que va desde 50 Hz. hasta los 15.000 Hz.

Los resultados obtenidos han sido espectaculares.

IV - NORMAS FUNDAMENTALES DE APLICACION

1.- INTRODUCCION

Una vez establecidas las bases biológicas, científicas y técnicas de los campos magnéticos pulsantes para su aplicación terapéutica, pasamos a un capítulo que denominamos "normas fundamentales de aplicación", en el que vamos a tratar de todas aquellas particularidades y observaciones surgidas en el transcurso de la investigación y de la práctica diaria, tanto propia como de otros, porque constituye un acervo importante de conocimiento directo de la técnica terapéutica que nos ocupa.

No seguiremos un orden preestablecido, sino que iremos tratando las distintas observaciones y experiencias como puntos independientes unos de otros, por tratarse de anotaciones muy puntuales y de naturaleza distinta.

2.- NORMAS FUNDAMENTALES DE APLICACION

- 1.- Debe prohibirse al paciente la introducción de metales en el campo: anillos, pulseras, relojes, collares, cinturones, etc., porque distorsionan el mismo. No se trata pues de evitar algún efecto perjudicial, sino de no modificar el campo ni su centro de aplicación.
- 2.- Es normal la aparición de picos de dolor en el curso del tratamiento, fundamentalmente uno primero entre la 5ª y 10ª sesión aproximadamente, como consecuencia de la actividad relajante de la musculatura contracturada por el dolor, que obliga al paciente a buscar posiciones antiálgicas viciosas. En procesos lumbares y de cadera, que son muy resistentes y precisan mayor número de sesiones, es normal la aparición de dos o incluso tres picos de dolor superior al inicial.

- 4.- La rapidez o lentitud con que aparezcan los efectos depende tanto del grado de afección como del propio proceso a tratar, pero en general los efectos suelen ser rápidos. Si a las 8 ó 10 sesiones el paciente no ha experimentado algún tipo de mejoría es mejor abandonar el tratamiento, porque hemos de suponer que el enfermo no es receptivo a esta terapia.
- 5.- El promedio de duración de las sesiones debe de estar alrededor de los 30 minutos, recordando de todas formas que, como el efecto fundamental es el vasodilatador, siempre es mejor pasarse en tiempo que quedarse corto.
- 6.- A pesar de que el campo magnético atraviesa todas las estructuras, y en la zona sometida al solenoide se reciba energía de todos los puntos, parece conveniente poner la parte afectada tan en contacto como se pueda con el solenoide, buscando una penetración más directa del campo.
- 7.- Es importante tener en cuenta el hecho de que cuando existen varios puntos dolorosos, al mejorar uno de ellos, el otro u otros se resienten. Esto es interpretado por el paciente como un desplazamiento del dolor, cuando en realidad no existe tal desplazamiento. En este sentido una buena información al paciente al principio del tratamiento evitará futuras dudas sobre la eficacia del mismo.
- 8.- Cuando se tienen funcionando dos generadores a la vez hay que evitar que los campos se interfieran. Para esto deben mantenerse separados los generadores por lo menos dos metros uno del otro.
- 9.- Después de la aplicación de campos magnéticos pulsantes, y como consecuencia de la vasodilatación superficial que tiene lugar, se favorece la absorción de productos extendidos sobre la piel, como flúidos, ungüentos, etc. Este hecho puede ser punto de partida para la aplicación de los campos magnéticos pulsantes en medicina estética, donde sus aplicaciones pueden ser múltiples, y que al igual que otros campos de la medicina está aún sin profundizar.
- 10.- En cuanto a pautas terapéuticas, las sesiones se aplicarán de forma continuada para favorecer la producción de los efectos biológicos, aunque no hay inconveniente en hacerlo en días alternos, así como tampoco lo hay en aplicar dos sesiones diarias como máximo, para acelerar

estimulante de la reproducción y activación celular. Por tanto, el campo continuo tendrá características analgésicas, mientras que el campo alterno será responsable, en todos los casos, de provocar estimulación.

- 12.- Los campos magnéticos basan sus efectos en procesos atérmicos, de forma que cuando el solenoide esté caliente no es que se le esté aplicando calor al paciente, sino que este calor es provocado por el calentamiento del hilo al paso de la corriente.
- 13.- En algunos casos no se consigue la eliminación total del dolor y la recuperación completa de la movilidad durante el tratamiento. Los efectos de los campos magnéticos se manifiestan con más intensidad cuando han finalizado las sesiones de tratamiento que durante él, encontrándose mucho mejor el paciente al mes, dos meses, o tres meses y en adelante, a partir de la finalización de la terapia.
- 14.- El tratamiento con campos magnéticos no tiene porqué arrinconar al resto de las terapias físicas, sino que puede complementarlas o complementarse con ellas, actuando con cautela en el momento de elegir las técnicas más adecuadas en cada caso.

V - APLICACIONES CLINICAS

1.- INTRODUCCION

Hemos considerado interesante acompañar de dosimetrías cada una de las aplicaciones clínicas con campos magnéticos pulsantes.

Así, hacemos la advertencia de que dichas dosimetrías están realizadas en base a muchos años de aplicación por médicos de toda España, siendo solamente válidas con los equipos de la marca BIOTESLA, por ser los utilizados en su realización.

Hay que tener en cuenta, como ya dijimos, que esta dosimetría puede variar sustancialmente en casos concretos, siempre a criterio médico.

2.- APLICACIONES CLINICAS Y DOSIMETRIA

APLICACIONES CLINICAS	POTENCIAS EN GAUSS	CAMBIO DE POTENCIAS	FORMA DE ONDA	OBSERVACIONES
CERVICALES DOLOROSAS	30 - 43	10"	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
ARTROSIS CERVICAL	30 - 43	20"	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
ARTROSIS DORSAL	54	0	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
ARTROSIS LUMBAR	52 - 58	30"	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
COXARTROSIS	52 - 70	40"	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
GONARTROSIS	52 - 90	10"	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
ARTROSIS GENERALIZADA	35 - 52	1'	50Hz - 15KHz	Solenoide en barrido completo
PSEUDOARTROSIS	54 - 90	30"	50Hz - 15KHz	Solenoide en barrido completo
HOMBRO DOLOROSO	36 30 - 43	0 10"	50Hz 50Hz - 15KHz	Cuando cede el dolor cambiar a la siguiente terapia
ARTRITIS REUMATOIDE	52 - 58	10"	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
NEURALGIA DEL TRIGEMINO	32 - 36 32 - 36	30" 20"	50Hz 50Hz - 15KHz	Cuando cede el dolor cambiar a la siguiente terapia

APLICACIONES CLINICAS	POTENCIAS EN GAUSS	CAMBIO DE POTENCIAS	FORMA DE ONDA	OBSERVACIONES
PARALISIS FACIAL	32 - 47	1'	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
SECUELAS PARALESPASTICAS	32 - 54	20"	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo
CIATICO	47 - 54	20"	50Hz - 15KHz	Solenoide fijo

APLICACIONES CLINICAS	POTENCIAS EN GAUSS	CAMBIO DE POTENCIAS	FORMA DE ONDA	OBSERVACIONES
TRAUMAS RECIENTES	47 - 57	1'	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
FRACTURAS HUESO CORTO	57	0	50Hz semi	Solenoides fijo
FRACTURA DE FEMUR	60	0	50Hz semi	Solenoides fijo
ASMA	30 - 42	10"	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
BRONQUITIS	34 - 47	30"	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
MIGRAÑAS	30	0	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
NEUROSIS	25 - 30	20"	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
INSOMNIO	18 - 32	30"	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
DEPRESION	30 12-18	0 20"	50Hz 50Hz - 15KHz	Solenoides en barrido completo Solenoides en barrido completo
ULCERAS TROFICAS	57	0	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
VARICES	31 - 47	20"	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
INSUF. CIRCULATORIA	15 - 32	30"	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
QUELOIDES	36	0	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
PIORREA	30 - 36	30"	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
COLON IRRITADO	32 - 51	1'	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
DISMENORREA	21 - 40	1'	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
PROSTATITIS	60 - 90	7'	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo
HERPES AGUDO	40 - 54	2'	50Hz - 15KHz	Solenoides fijo

VI - CONTRAINDICACIONES OBSERVADAS

Si bien una de las premisas de la técnica terapéutica con campos magnéticos pulsantes es su inocuidad, basta repasar los efectos biológicos para observar y objetivar que en determinados casos no se debe utilizar:

- 1.- Existencia de infección activa, con especial énfasis en la Septicemia y Tuberculosis, por el peligro de diseminación.
- 2.- Existencia de focos de hemorragia, ya que por el efecto vasodilatador existe el peligro de provocar una hemorragia aún mayor. Caso principal lo constituye la úlcera sangrante y las hemorragias intestinales.
- 3.- Presencia de Marcapasos, por la posibilidad de producción de interferencias en su funcionamiento.
- 4.- Existencia de Embarazo, por el peligro de alteraciones en el desarrollo fetal, existiendo contraindicación formal mientras no se demuestre lo contrario.
- 5.- Existencia de tumores por el peligro de diseminación, si bien este concepto está en plena discusión por el continuo avance de la investigación.
- 6.- Pacientes sometidos a un tratamiento con Hidrocortisona. Puede que esta contraindicación deje de serlo en un futuro próximo.
- 7.- En caso de obstrucción vascular importante es preciso actuar con gran precaución, pues el efecto vasodilatador puede motivar una liberación del elemento obstructivo, con el consiguiente desplazamiento y enclavamiento, y los efectos secundarios que de ello se derivarían.

VII - BIBLIOGRAFIA

1 .- ALBERT, E.N. (1981).

Effect of nonionizing radiation on the Purkinje cells of the rat cerebellum.
Bioelectromagnetics 2: 247-258.

2 .- BARDASANO, J.L.; MEYER, A.J.; PICAZO, L. (1985).

Pineal cells with multipolar spindles in chicken embryos exposed to magnetic fields. First trials.
Z. Mikrosk. Anat. Forsch 99: 1-8.

3 .- BARDASANO, J.L.; BUJAN, J. (1986).

Pineal cells with multipolar spindles in chicken embryos exposed to magnetic fields: II Quantitative study.
Z. Mikrosk. Anat. Forsch (LEPIZ) 100: 545-551.

4 .- BAYO MAHICAS, D.A. (1989).

Analisis morfofuncional del pancreas endocrino de la rata albina macho tras exposición a un campo magnético pulsante de baja potencia.
Tesis doctoral Valencia.
Dirigida por Dr. Smith Agreda, V.; Dra. Ferres Torres, E.

5 .- BELOKRINITZKI, V. (1980).

Efecto de las ondas electromagnéticas de altísima frecuencia en el cerebro. Estudio experimental del tejido cerebral patológico y cambios de adaptación.
Rev. Cubana Hig. Epidemiol. 19: 96-107.

6 .- BENET, R. (1988)

Contribución al estudio morfológico y ultraestructural de las células de Purkinje y granular de la corteza cerebelosa. Determinación de la colinesterasa en sangre tras la exposición a un campo magnético pulsante.
Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Valencia.

7 .- BREWER, H.B. (1979).

Some preliminary studies of the effects of a static magnetic field on the life circle of the "Lebistes reticulatus" (guppy).
Biophys J 28: 305-314.

8 .- CANTINI, M. y otros (1986)

Enhancing effect of low frequency pulsed electromagnetic fields on lecyon induced human lymphocyte proliferation.

10.- DELGADO, J.M.R.; JOCELYNE, L.; MONTEAGUDO, J.L.; GARCIA, G. (1982).
Embryological changes induced by weak, extremely low frequency electromagnetic fields.
J. Anat. 134: 533-551.

11.- DUMBADZE, S.I. (1980).

Effect of static magnetic field on the dendritic potential of the cerebral cortex.
Soobshch Akad Nauk Gruz SSR 98: 153-156.

12.- ESCRIG RIBELLES, M. (1988).

Aportaciones al estudio del callo de fractura, marcado con Estroncio-85 tras la estimulación con campos magnéticos pulsantes de 52 Gauss y 10.000 Hz.

Tesis doctoral Valencia.

Dirigida por Dr. Smith Agreda, V.; Dra. Ferres Torres, E.

13.- FERRER GOMEZ, M.P. (1993).

Aportaciones al estudio experimental de los efectos de los campos magnéticos pulsantes, de baja intensidad y frecuencia, tras pancreatectomía subtotal, en el sustrato morfológico del tiroides.

Tesis doctoral Valencia.

14.- FREYSSINET, J.M. (1983).

Effect of a magnetic field on fibrin formation and organize.

Proc. Natl. Acad. Sci USA 80: 1616-1620.

15.- FUSTER CAMARENA, I. (1988).

Contribución al estudio morfológico y ultraestructural, tras la exposición a un campo magnético del bazo, citología sanguínea.

Tesis doctoral Valencia.

Dirigida por Dr. Smith Agreda, V.; Dra. Ferres Torres, E.

16.- GOODMAN, R.; BASSET, L.A.C.; HENDERSON, A.S. (1983).

Pulsing electromagnetic fields induce cellular transcription.

Science 220: 1283-1285.

17.- GOODMAN, R. (1985).

Nucleic acid and protein synthesis in cultured chinese hamster ovary cells exposed to the pulsed electromagnetic fields.

J. Bioelectr. 4: 556-576.

18.- HAIMOVICI, N. (1980).

Quattro anni di esperienza con la terapia con campo magnetico pulsante a bassa frequenza nella ortopedia e traumatologia.

Atti del secondo Congresso Internationales di Magnetomedicina. 8-9 Noviembre. Roma.

Electromagnetic Fields. 23-25 Febrero.

20.- INSA FENOLLAR, C. (1989).

Análisis morfológico de la hipófisis tras la exposición a un campo magnético pulsante de baja frecuencia e intensidad.

Tesis doctoral Valencia.

Dirigida por Dr. Smith Agreda, V.; Dra. Ferres Torres, E.

21.- KOLODUB, F.A.; CHERNYSHEVA, O.N. (1980).

Peculiarities of carbohydrates energy and nitrogen metabolism in rat brain affected by magnetic fields of commercial frequency.

Ukrain. Biolog. Z. 52 (3): 229-304.

22.- LIBOFF, A.R.; WILLIAMS, T.; STRONG, D.M.; WINSTAR, R. (1983).

Time varying magnetic fields: Effects on DNA synthesis.

Science 223: 818-820.

23.- MAFFEO, S.; MILLER, M.W.; CARSTERSEN, E.L. (1984).

Lack of effect of weak low frequency electromagnetic fields on chick embryogenesis.

J. Anat. 139: 613-618.

24.- MAXWELL (1983).

Citado por Insa Fenollar (1989).

25.- MILAZZO, G. (1984).

Bioelectroquímica y bioelectromagnetismo.

En Resúmenes 1st Meeting International of ABAEM on Biological Effects and Therapeutics with magnetic fields (ELF). Isola S. Giorgio, Venezia. 25-26 Febrero. Venezia. Fondazione Giorgio Cini, 1984; nº 1/3.

26.- MILHAM, H.D. (1981).

Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields.

N. Engl. J. Med. 307: 249.

27.- MODAK, A.T.; STAVIMONA, N.R.; DEAM, A.P. (1981).

Effect of short electromagnetic pulses on brain acetylcholine content and spontaneous motor activity of mice.

Bioelectromagnetics, 1981: 89-92.

28.- MOLINA ARIÑO, A. (1986).

Magnetoterapia en Reumatología y Traumatología.

En Resúmenes 1ª Reunión Nacional de ASETEM. Madrid. MILKA, S.L.. pps. 105-119.

30.- PASTORE, A.; SPINELLI, M. (1984).

Evaluación de los efectos de campos magnéticos de baja frecuencia sobre las arteriopatías periféricas. En Resúmenes 1st Meeting International of ABAEM on Biological Effects and Therapeutics with magnetic fields (ELF). Isola S. Giorgio, Venezia. 23-25 Febrero. Venezia. Fondazione Giorgio Cini, 1984; nº 5/4.

31.- PILLA, A.; SECHAUD, P.H.; BRUCE, R.M. (1983).

Electrochemical and electrical aspects of low frequency electromagnetics current induction in biological system.

J. Biol. Phys. 2: 51-58.

32.- POPP, F. (1981). Citado por POPP (1984).

Collective Phenomena 3, 187.

33.- POPP, F. (1984).

Biologie des Lichts, Grundlagon der ultraschwachen. Zellstrahlung. Verlag. P. PAREY. Berlin. Hamburg.

34.- RIDELLA, S. (1984).

Interacciones entre campos electromagnéticos y los sistemas biológicos: Efectos sobre la membrana celular.

En Resúmenes 1st Meeting International of ARAEM on Biological Effects and Therapeutics with magnetic fields (ELF). Isola S. Giorgio, Venezia. 23-25 Febrero. Venezia. Fondazione Giorgio Cini, 1984; nº 1/1.

35.- RIVA-SANSEVERINO, E. (1980).

Membrana phenomena and cellular proceses under the influence of pulsating magnetic fields.

En Resúmenes 2nd Internatrional Congress on Magnetomedicine. Rome. Novembr 1980. Biophys. Med. Rep. Jul. 1981: 3/1.

36.- RODRIGO, P. (1986).

Indicaciones clínicas de la Mangetoterapia.

En Resúmenes 1ª Reunión Nacional de ASETEM. Madrid, 24-25 Enero 1986. MILKA, S.L., 1986. pps 81-93.

37.- ROOZE, M.; HINSEKAMP, M. (1982).

Histochemical modifications induced in vitro by electromagnetic stimulation of browng bone tissues.

Acta. Orthop. Scand. Supp. 1: 51-62.

38.- SIGNES-COSTA MIÑANA, J. (1988).

Aportaciones al estudio de una pseudoartrosis experimental en diafisis femoral tras estimulación con magnetoterapia.

52 Gauss y 15.000 Hz.
Tesis Doctoral. Málaga.
Dirigida por Dr. Smith Agreda, V.; Dra. Ferres Torres, E.

40.- SOLER PUCHADES, J.V. (1989).

Estudio morfofuncional de la glándula tiroides tras la exposición a campos magnéticos pulsantes.
Tesis Doctoral. Valencia.
Dirigida por Dr. Smith Agreda, V.; Dra. Ferres Torres, E.

41.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.;
SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Efectos experimentales de los campos magnéticos pulsantes de baja potencia sobre los diversos órganos y tejidos.
IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

42.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.;
SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Efectos experimentales de la estimulación con laser IR y He-Ne sobre los diversos órganos y tejidos.
IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

43.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.;
SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Estudio de los efectos de los campos magnéticos en la glucemia de las ratas diabéticas.
IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

44.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.;
SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Estudio experimental de la rata albina sobre los efectos de la luz laser de baja potencia He-Ne en la regeneración celular tras abrasiones térmicas.
IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

45.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.;
SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Estudio morfofuncional de la glándula tiroides tras la exposición de campos magnéticos pulsantes de baja frecuencia o intensidad.
IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

46.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.;
SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Aportaciones al estudio de la adenohipófisis tras la exposición a campos magnéticos pulsantes de baja frecuencia e intensidad.
IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

48.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.; SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Campos magnéticos experimentales y diabetes experimental: Estudio de la glándula adrenal observada a microscopía electrónica.

IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

49.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.; SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Aportaciones al conocimiento de los efectos de los campos magnéticos sobre la osteogénesis de la rata blanca.

IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

50.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.; SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Tratamiento combinado de la artritis de rodilla mediante laser IR de 70 W. y campos magnéticos de 52 Gauss.

IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

51.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.; SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Estudio experimental comparado de los efectos regenerativos sobre el callo de fractura, marcado con SR-85, de la estimulación con campos magnéticos pulsantes y laser He-Ne e infrarrojo.

IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

52.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.; SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Aportaciones al estudio experimental del metabolismo del Zn tras irradiación hipofisiaria con luz coherente. Subtrato prostático.

IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

53.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; SMITH FERRES, V.; SMITH FERRES, E.; SIGNES-COST MIÑANA, J.; MONTAÑANA MARI, V. (1990).

Efectos experimentales del campo magnético pulsante de 52 Gauss sobre el desarrollo embrionario y postnatal de la rata albina con especial referencia al órgano tiroides.

IV Congreso Internacional de Rehabilitación Médica. IRMA IV. Madrid. España.

54.- SMITH AGREDA, V.; FERES TORRES, E.; MONTESINOS CASTRO-GIRONA, M.; SIGNES-COSTA MIÑANA, J.; SMITH FERRES, V. (1991).

Experimental effects of low frequency magnetic fields over organs and tissues.

IV International Symposium of Biomedical Engineering. Peñíscola. Spain.

56.- SMITH AGREDA, V.; FERRES TORRES, E.; MONTESINOS CASTRO-GIRONA, M.; SMITH FERRES, E.; MONTAÑANA MARI, J.V.; ADOBES MARTIN, M. (1991).

A comparative experimental study of the regenerative effects on the callous of fracture using Sr-85 with stimulation by means of pulsing magnetic fields (52 Gauss, 10.000 Hz.), laser He-Ne (632.8 nm, 5 mW.), and laser (800-900 nm, 70 mW.).

IV International Symposium on Biomedical Engineering. Peñíscola. Spain.

57.- SMITH FERRES, V. (1992).

Estudios experimentales de los efectos de los campos magnéticos sobre los lóbulos intermedio y posterior hipofisiario.

Tesis Doctoral. Málaga.

Dirigida por Dr. Smith Agreda, V.; Dra. Ferres Torres, E.

58.- VIÑALS BELLIDO, P. (1990).

Aportaciones al estudio experimental de la influencia de los campos magnéticos pulsantes sobre las células espermatozoides de la rata albina.

Tesis doctoral. Valencia.

Dirigida por Dr. Smith Agreda, V.; Dra. Ferres Torres, E.

59.- WARNKE, U. (1984).

Efectos de los campos magnéticos pulsantes de baja frecuencia sobre circulación sanguínea periférica. En Resúmenes 1st Meeting International of ABAEM on Biological Effects and Therapeutics with magnetic fields (ELF). Isola Giorgio. Venezia. 23-25 Febrero. Fondazione Giorgio Cini, 1984; 5/2.

60.- WATSON, J.; DE HAAS, W.G.; HAUSER, S. (1975).

Effect of electric fields on growth rate of embryonic chick tibiae in vitro.

Nature 254: 331-332.

61.- WRIGHT, W.E.; PETERS, J.M.; MACK, T.M. (1982).

Leukaemia in workers exposed to electrical and magnetic fields.

Lancet 20: 1160-1161.

62.- ZAGORSKAIA, E.A. (1985).

Effect of a single exposure to weak electromagnetic fields of supr-low frequency on the vidices of the endocrine system.

Fiziol. Chel. 11: 293-299.

63.- ZECCA, L. (1984).

Efectos de los campos magnéticos de baja frecuencia sobre la respuesta inmune o inflamación.

En Resúmenes 1st Meeting International of ABAEM on Biological Effects and Therapeutics with magnetic fields (ELF). Isola Giorgio. Venezia. 23-25 Febrero. Fondazione Giorgio Cini, 1984; 2/3.

NOTA:

ESTE TRABAJO HA SIDO REALIZADO BASANDOSE EN EXPERIMENTOS HECHOS CON EQUIPOS DE MAGNETOTERAPIA DEL MODELO BIOTESLA, POR CUBRIR UN ESPECTRO DE FRECUENCIA DESDE 50 HZ. HASTA 15 KHZ., Y TRES TIPOS DISTINTOS DE ONDA, NO PUDIENDO ASEGURAR QUE CON EQUIPOS DE OTRAS MARCAS SE CONSIGAN LOS MISMOS RESULTADOS Y EFECTOS, POR NO CUMPLIR LOS REQUERIMIENTOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS.

POR LO TANTO, ELECTRONICA MILKA NO SE HACE RESPONSABLE DE LA ALTERACION DE LOS DATOS EXPUESTOS EN ESTE TRABAJO CUANDO EL EQUIPO DE EXPERIMENTACION SEA DISTINTO AL DICHO ANTERIORMENTE.