

Utilización terapéutica de los campos magnéticos.

II. Revisión de sus diferentes aplicaciones

Therapeutic utilisation of the magnetic fields.

II. A review of their different applications

Investigador Científico
CSIC, Madrid

Madroñero de la Cal A.

RESUMEN

En la primera parte de esta presentación se han expuesto los diferentes modelos que constituyen el conocimiento actual sobre la interacción campo magnético-organismo.

Por ello, y como continuación, en el presente trabajo se describen los equipos y sistemas que han sido desarrollados por fabricantes de equipos de electroterapia para utilizar campos magnéticos en la clínica, así como para su uso en tratamiento domiciliario.

No se ha utilizado para ello ninguna información comercial o técnica de las que pueden acompañar a cualquier equipo comercial disponible en el mercado, o de las instrucciones de uso de los mismos, según suministra cada fabricante. En la presente descripción se utiliza exclusivamente la información que aparece recogida en las patentes, nacionales o internacionales, correspondientes a equipos, productos y sistemas para magnetoterapia, magnetosteogenia o magnetopuntura.

Después se pasa revista a publicaciones clínicas sobre resultados de terapias con campos magnéticos, comentando algunos aspectos de los parámetros de utilización de los equipos. Surge así casi un prontuario para aplicación de los campos magnéticos en las diferentes especialidades clínicas.

Puede observarse de este modo, que el abanico de potenciales usos clínicos depende mucho del escenario asistencial de cada país. Hay bastantes especialidades y modos de utilización para dolencias y malignidades concretas que solamente se aprovechan en algunos países, ignorándose en el resto. Quizás sea la utilización de los campos magnéticos en problemas de medicina interna, una de las más apreciables diferencias entre la medicina de los países de nuestro entorno y la de los países del área ex-soviética.

Palabras clave: *Biomagnetismo clínico, campos electromagnéticos pulsantes (CEMP), magnetoterapia, magnetosteogenia, magnetoacupuntura, imanterapia.*

Madroñero de la Cal A
Utilización terapéutica de los campos magnéticos.
II. Revisión de sus diferentes aplicaciones
Patología del Aparato Locomotor, 2004; 2 (2): 90-104

ABSTRACT

In the first part of this work the different models that constitute the current knowledge on the interaction magnetic field-organism have been exposed.

In the present paper the commercial apparatus and systems that have been developed by manufacturers of devices for electrotherapy in order to allow the clinical and domiciliary use of magnetic fields, are described.

No commercial or technical information belonging to the handbook or brochure jointed to any commercially available apparatus has been included, nor their instructions for use. The present description is exclusively based upon the information that is contained in public documents corresponding to national or international patents dealing with products, systems and devices for use in magnetotherapy, magnetosteogenics or magnetopuncture.

After that, some bibliography dealing with results obtained from the use of therapies with magnetic fields and describing some aspects of the parameters of use for the equipments, is reviewed. In this way the revision can appear as a memorandum for application of the magnetic fields in the different clinical specialties.

It can therefore be observed that the range of potential clinical uses mainly depends on the health policy of each country. There are many examples of successful uses widely reported in some countries, being ignored in the rest. The use of the magnetic fields in problems of internal medicine could be one of the most appreciable differences between the medicine of the western countries and that of the countries of the former-Soviet area.

Key words: *Clinical biomagnetism, pulsed electromagnetic fields (PEMF), magnetotherapy, magnetosteogenics, magnetopuncture, magnetherapy.*

Madroñero de la Cal A
Therapeutic utilisation of the magnetic fields.
II. A review of their different applications
Patología del Aparato Locomotor, 2004; 2 (2): 90-104

Correspondencia:

A. Madroñero de la Cal
CENIM
Avda Gregorio del Amo, 8
28040 Madrid
E-mail: inmac09@cenim.csic.es

INTRODUCCIÓN

En la primera parte del presente trabajo se han señalado como mecanismos de interacción campo-organismo la agitación iónica, la resonancia ciclotrónica y la resonancia paramagnética electrónica, que sirven para comprender los efectos de los campos magnéticos de baja frecuencia. También se han referenciado los mecanismos de la magnetocinética química, que permiten justificar el efecto de las frecuencias medias. Para muy altas frecuencias, del orden de las usadas en el Diapulse y microondas, hay que poner en juego el efecto del campo eléctrico que acompaña al magnético en la propagación de las ondas.

Aquí, en el entorno de la magnetoterapia solamente juega el campo magnético, como cuando un trozo de piedra imán desvía la aguja de una brújula. En vez de imanes permanentes lo habitual es jugar con espiras que generan el campo magnético exógeno en el que se sumerge la zona anatómica bajo tratamiento. La arquitectura de las espiras determina la distribución en el espacio del campo magnético producido. Por otra parte, los equipos de electromedicina usuales para magnetoterapia no son sino generadores que activan a las espiras con las corrientes eléctricas que producen, imponiendo la frecuencia y la intensidad del campo.

También se han entrevistado los dos rangos de intensidades terapéuticas, los tenues campos del orden de los picoteslas (millonésima de millonésima de tesla) que actúan sobre el cerebro, y los de militeslas que actúan sobre los tejidos no nerviosos.

Pero lo que los modelos físicos o biofísicos no van a poder permitir prever es la duración de los tratamientos, ni la rapidez de respuesta en función del tipo de dolencia, ni su diferenciación para casos crónicos y agudos.

Es por ello por lo que resulta inapreciable el conocer los resultados de estudios efectuados en hospitales bajo cuidadoso control, cubriendo el amplio rango de casuísticas recogido en la bibliografía. Y como el comparar dos resultados ha de realizarse sobre la base de conocer el tipo de campo que en cada caso fue usado, por esta parte comenzamos la siguiente exposición.

RESEÑA DE LOS EQUIPOS DISPONIBLES PARA ADMINISTRACIÓN CLÍNICA DE TRATAMIENTOS CON CAMPOS MAGNÉTICOS

La información sobre aplicaciones clínicas del biomagnetismo está perfectamente recogida en las memorias de las patentes de invención, publicadas por las diversas oficinas nacionales de patentes, donde en un contexto de lenguaje sencillo se explican muchos conceptos necesarios para la más correcta aplicación de los tratamientos. Concorre además la especial circunstancia para esta rama del conocimiento que es el biomagnetismo, que gran parte de los investigadores que escribieron esta página científica, ellos mismos son los autores de la mayoría de las patentes, y copropietarios de las compañías que las comercializan. Por este aspecto la lectura de muchas patentes suele estar ilustrada y comentada con informaciones de gran interés, acompañando a la propia descripción del equipo objeto del documento.

Es de un gran interés el examen de las patentes de los equipos electrónicos generadores de corrientes y los adjuntos aplicadores, cabezales o transductores, no como vienen en las documentaciones comerciales que suelen llegar a las clínicas, sino tal y como han ido apareciendo publicadas para proteger los derechos legales de las firmas y entidades que efectuaron esfuerzos de investigación y de difusión de estos desarrollos técnicos. Entendemos por aplicadores o transductores a las bobinas o devanados de hilo metálico que, al ser alimentadas por adecuadas corrientes, generan un campo magnético al que se expone la zona anatómica del paciente con la afección que desea tratarse.

Para mayor facilidad de exposición, vamos a agrupar las patentes en cuatro categorías. La primera la forman las patentes que ponen su énfasis en el tipo de campo magnético, frecuencias, forma de los pulsos, etc., así como los detalles esenciales constructivos de los equipos que producen tales campos y que constituyen el fruto de la patente, explicando que son estas características las que hacen terapéuticos a los campos magnéticos que allí se describen.

Los documentos de la segunda categoría ponen el énfasis en la descripción del método. Se describe la forma de uso de los equipos y aplicadores, explicando la ejecutoria en base a un mode-

lo teórico biomagnético, que mejora la comprensibilidad y el atractivo del método descrito.

Incluimos en el tercer rango a patentes más circunscritas en su temática, cuya sola intención es describir un aplicador específico para utilizaciones concretas. Por último, nos referimos al conjunto de las patentes que exponen generadores y aplicadores, gracias a los cuales se pueden conjuntar la aplicación de varias formas de energía a la vez, con el fin de conseguir una mayor eficacia terapéutica. Por ejemplo, produciendo y aplicando simultáneamente campo magnético y campo eléctrico o ultrasonidos.

Dentro de las patentes del primer grupo conviene destacar una de las primeras, la de Pollak *et al.* (1), que presentan un pequeño generador portátil que produce una señal de 0 a 5 volts constituida por impulsos elementales de 2 a 10 microsegundos. Pueden tener forma de onda cuadrada simétrica, de onda senoidal simétrica y de impulso triangular. Estos impulsos van empaquetados en períodos de 1 a 10 milisegundos, y entre estos paquetes, hay períodos de silencio total, que duran de 60 a 65 milisegundos.

Menos conocida es la de Kraus (2) que describe un equipo de electrónica del estado sólido convencional que genera una corriente con forma de onda senoidal de 2 a 30 hz con la que se alimenta una bobina. En la literatura hay constancia de buenos resultados clínicos conseguidos en tratamientos de cadera (3).

Más imaginativa era la patente de Ostrow y Tannenbaum (4) donde muestran un generador que produce una frecuencia alta modulada por una frecuencia baja. Este campo, por pasar la corriente de una pareja de espiras a la pareja siguiente, resulta ser un campo magnético giratorio.

Bastante diferente es la patente de Holcomb (5). Consiste en un sencillo generador de baja frecuencia en el que se regulan la duración del impulso de corriente y el espaciado entre cada impulso y el siguiente, alimentándose con él un aplicador constituido por ferrofluidos, es decir, por líquidos con partículas ferrosas en suspensión. Se muestra en la patente una información sobre qué frecuencia es la más conveniente para cada problema clínico.

De una gran facilidad es el equipo descrito por Drolet y Gaétan (6), consistente en un circuito de descarga de un condensador a través de una resistencia, produciéndose la carga a través de otra resistencia. Regulando el valor de ambas resis-

tencias se controla la duración del pulso de corriente y el espacio entre pulsos. La señal se amplifica y se lleva a una de entre varias espiras. Cada una de ellas representa un aplicador para rodilla, pie, cintura, etc.

Pasamos a comentar ahora las patentes del segundo grupo, donde lo más significativo es el método de aplicación del tratamiento.

Vamos a comenzar por las aportaciones de Jacobson, que tienen de esencial el poner en juego unos campos magnéticos muy débiles, del orden de los 10^{-20} gauss (el campo magnético terrestre es de 0,35-0,40 gauss). En una primera patente (7) se presenta una piscina de unos tres metros de diámetro donde el paciente se mueve o se coloca en posición decúbito, supino, prono, nadando, etc. Se aprovecha la geometría cilíndrica de la piscina para envolverla con dos devanados que, en conjunto, constituyen una bobina de Helmholtz. Las frecuencias que se imponen son siempre inferiores a 100 hz.

En una patente posterior (8), Jacobson emplea como aplicador una pequeña bobina de Helmholtz, donde el paciente introduce la zona a tratar, que suele ser un miembro. Las intensidades de campo y las frecuencias, suelen ser semejantes al caso de la patente anterior.

Mayor resonancia han tenido las patentes del grupo de Liboff (9, 10). Su idea básica es colocar una serie de bobinas de forma que el campo magnético total (suma del campo producido por las diversas bobinas) se mantenga siempre orientado de acuerdo con el eje longitudinal del hueso donde se aplica. Como frecuencia usa las resonantes del ión calcio, tal y como hemos comentado en otro apartado anterior.

Una extrapolación del modelo de Liboff es la patente de Baylink (11), publicada el mismo año. La diferencia estriba en que la relación intensidad/frecuencia se establece no teniendo en cuenta las características del ión calcio, sino considerando el factor II de crecimiento tipo insulina, el factor de crecimiento β y el FGF (*fibroblast growth factor*).

La misma idea es aplicada por Markoll para regeneración del cartílago (12), que muestra un equipo simple, monocanal de baja frecuencia, que proporciona una onda cuadrada de 1-30 hz y una intensidad de 10-20 Gauss. Simultáneamente al campo magnético, aplica un tratamiento con *fibroblast growth factor*, de forma que el campo potencia el efecto del fármaco.

Las últimas tendencias giran en torno a la idea de activar diversos devanados cuyos campos se superponen precisamente en el espacio en el que se produce la exposición de la zona anatómica a tratar (4). Es representativa de esta familia, la patente (13) que pivota sobre tres ideas básicas: a) la utilización simultánea de devanados independientes, alimentados cada uno a una frecuencia; b) la irradiación de la zona a tratar con campos diferentes producidos por devanados diferentes que se orientan en el espacio con un cierto ángulo, y c) la consecución de un campo terapéutico dotado de un gradiente muy pronunciado. Es justo lo contrario de los equipos convencionales de magnetoterapia, que disponen de un aplicador tubular único y grande y trabajan en cada sesión de tratamiento con una única frecuencia.

La justificación parece clara. Los equipos de las primeras patentes iban con la filosofía de mezclar una gran cantidad de componentes de corriente en una forma de corriente sofisticada, de impulsos más o menos agrupados. Esta corriente compleja recorría el único devanado, dando un campo sofisticado de igual manera, pues el campo va a ser siempre proporcional a la intensidad que recorre la espira.

Frente a esto, la arquitectura de varios devanados con una orientación espacial específica para cada uno hace posible el que las distintas componentes se sumen con un cierto ángulo, lo cual se ha demostrado más eficiente, habida cuenta de lo establecido por el modelo IPR, en el que conviene que el campo continuo pueda ser perpendicular o paralelo al campo alterno.

Además existe la posibilidad de procurar una superposición de campos originados con distintas frecuencias. Como cada una de las frecuencias tiene un efecto terapéutico propio, el solapamiento puede y debe dar lugar a una sinergia, al igual que en un medicamento se incorporan unos fármacos secundarios escogidos en concordancia con el fármaco genérico.

Pero la gran ventaja es la disposición de los distintos devanados, permitiendo la generación de campos dispares en puntos próximos, de forma que la zona bajo tratamiento se ve sumergida en un ambiente magnético con marcado gradiente. Merece la pena detenerse un poco a comentar estos extremos.

Lo que sucede es similar a cuando, por ejemplo, a un paciente se le recomiendan cosas tan sencillas como son los baños de contraste, con

los que se está jugando a aprovechar el principio de acción y reacción. La aplicación del calor es más vasodilatadora si vino precedida de un enfriamiento, y viceversa.

De un modo semejante, si en un punto estamos aplicando un campo con polaridad norte, su efectividad crecerá si en el entorno conseguimos aplicar al mismo tiempo otro campo con polaridad sur, de efecto contrario. Es, por ejemplo, la regla de oro de aplicación de imanes en problemas álgicos muy localizados; se les aplica agrupados y con polaridades contrarias, pues de este modo son más eficaces que cuando se les aplica aislados.

Es por ello por lo que en (13) se muestra como más conveniente el trabajar con diversos devanados, que se introducen unos dentro de otros de forma similar a como se apila el conjunto de figuras que constituyen las muñecas rusas. Como cada devanado produce un campo con polaridad distinta, el campo está producido por una serie de segmentos circulares alternados norte-sur-norte, etc., es decir, es la situación ideal para procurar el máximo gradiente.

Vamos a explicarlo con el ejemplo del aplicador destinado a la aplicación del campo sobre una zona muy pequeña, de modo que lo que realmente estamos haciendo es una magnetoacupuntura. Está explicado sucintamente en la Figura 1.

Un magnetopuntor es como un lapicero en el que la mina que es una barrita puntiaguda de material ferromagnético, que está envuelta en una

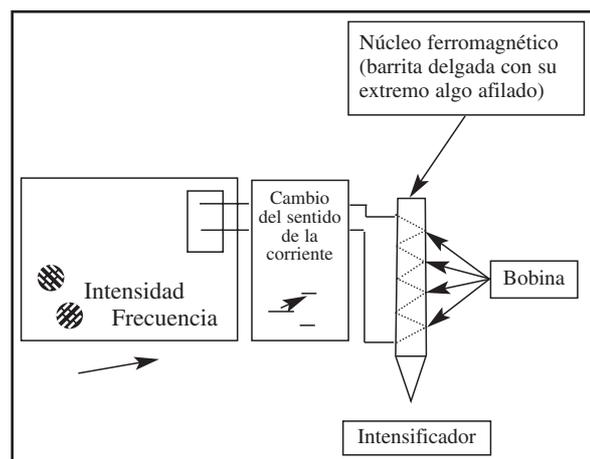


Fig. 1. Esquema del magnetopuntor. Para mayor simplicidad se ha representado un magnetopuntor con una única bobina para una única frecuencia.

bobina activada por el equipo electrónico. Para cada utilización, la punta se coloca sobre el punto de acupuntura donde queremos aplicar el tratamiento.

La pieza clave es el intensificador, mostrado en la Figura 2. Puede ser: 1) uno o más discos ferromagnéticos imanados, con un orificio en el centro, o 2) una bobina plana, montada sobre un disco de material diamagnético o paramagnético, con un orificio central.

Por el orificio central del disco α se introduce la punta del magnetopuntor.

El tema de la polaridad es importante. Sabido es, en imanoterapia, que el polo norte de un imán ejerce un efecto, calmante o «dispersor» de la energía bioeléctrica. Por el contrario, el polo sur ejerce un efecto estimulador de la energía bioeléctrica, que en el lenguaje de los acupuntores se dice que es un efecto de «crecer la energía vital en el punto».

Es decir, que cuando se busque con el puntor producir un efecto calmante, elegiremos un sentido de corriente tal que el extremo de «la mina» presente una polaridad norte. Y usaremos el intensificador de modo que su cara sur esté en contacto con la piel.

Del mismo modo, para producir un efecto estimulador, haremos que el sentido de la corriente imanadora que el equipo genera convierta el extremo del puntor en un punto de polaridad sur. Lo rodearemos entonces con un disco α de modo que sea su cara norte la que se ponga en contacto con la piel.

Como paso siguiente podemos insertar el disco α dentro del disco β , de forma que resulte una

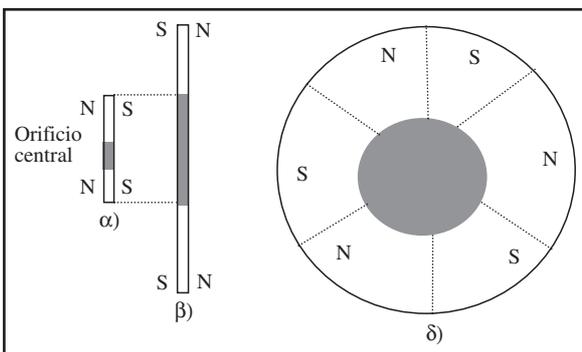


Fig. 2. Tres posibles discos intensificadores con pequeños imanes permanentes. Puede utilizarse solamente el pequeño disco α , o el α dentro del β , o el conjunto $\alpha + \beta + \chi$.

doble corona circular, presentando por ambas caras una polaridad diferente, N para la corona interior y S para la periférica, o al contrario.

Cuando en vez de imanes permanentes el intensificador esté constituido por una bobina, podemos jugar también con la sinergia entre la frecuencia del puntor y la frecuencia del activador.

Si quisiéramos dar tratamiento sobre un área mayor que la que cubre un magnetopuntor (por ejemplo tratar una contractura muscular), el paso siguiente sería, por ejemplo, agrupar una gavilla de puntos paralelos (alimentación en serie), constituyendo un cabezal de manejo similar a los habituales cabezales de ultrasonidos. La arquitectura de estos cabezales está explicada en la Figura 3, con tres posibilidades χ , ϵ o ϕ .

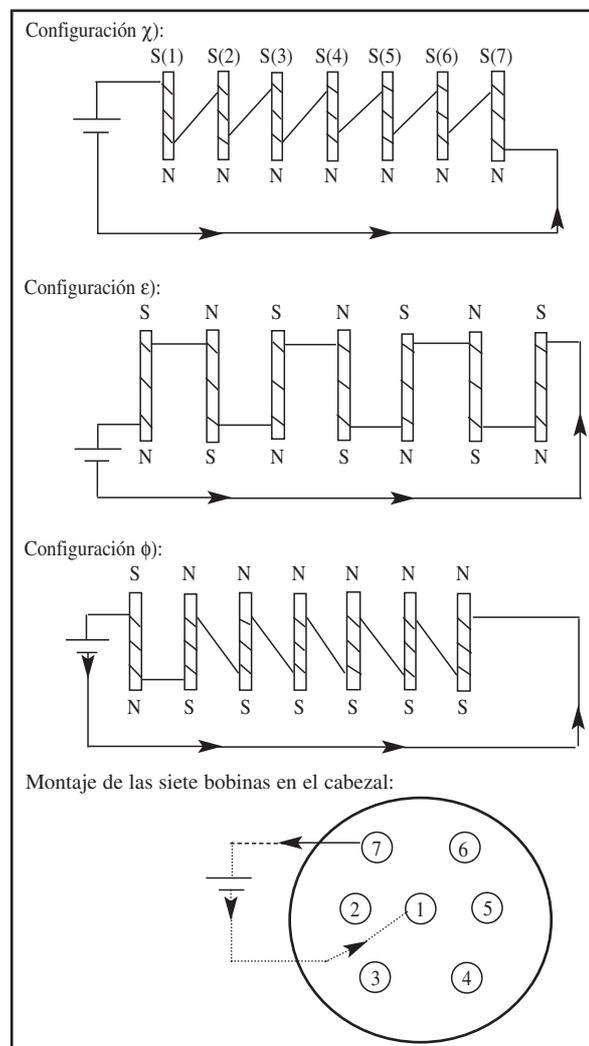


Fig. 3. Constitución de un cabezal.

Supongamos ahora que la alimentación y colocación de los elementos en el cabezal es como se indica en la Figura 3, donde para mayor simplificación hemos supuesto que alimentamos con corriente continua, y que trabajamos con siete puntos activos. El resultado es, intuitivamente descrito, una «ducha» por donde se lanzan «chorros» de campo calmantes o estimuladores.

El paso siguiente es construir un aplicador de mayor tamaño, como el que se muestra en la Figura 4, constituido por un bastidor separable en dos mitades, para mayor comodidad de manejo y colocación. En el caso de la Figura 4 hemos utilizado seis devanados, pero podrían haberse colocado, por ejemplo, cuatro devanados ubicados en crucero, para formar ángulos de 90°.

En la Figura 4, tal y como está representada, puede verse fácilmente que el campo que produce cada una de estas espiras se suma con el que produce la espira opuesta, situada en la otra valva, de forma que en el interior del aplicador hay tres campos magnéticos que se suman vectorialmente. Y cada uno con su frecuencia.

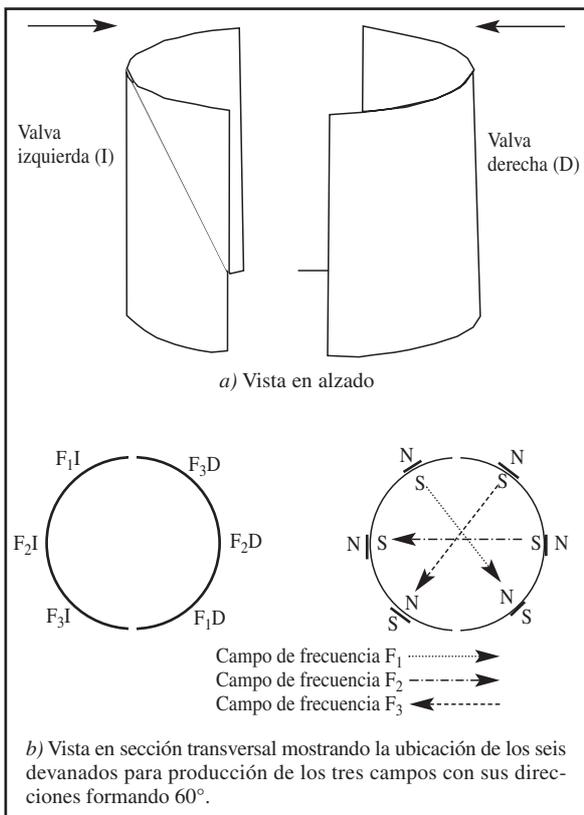


Fig. 4. Disposición de un aplicador (dos valvas) con tres campos ortogonales al eje del bastidor.

Con aplicadores de este tipo se pueden tratar grandes zonas anatómicas, tanto en tratamientos de magnetoterapia como en tratamientos de magnetosteogenia.

Como resumen podríamos decir que magnetopuntura, magnetoanalgesia, magnetosteogenia y magnetoterapia son un mismo concepto, aquí designados en orden a la amplitud de la zona anatómica destinada al tratamiento, es decir, con campos de aplicación de tamaño creciente.

Pasamos, a continuación, a reseñar de pasada algunas de las más conocidas dentro del amplio tercer grupo de las patentes que describen aplicadores, cómodos, fácilmente utilizables, sin entrar a discutir las frecuencias de trabajo ni los fundamentos de la actuación de los campos que producen.

Como ejemplo representativo citaremos la patente de Edwards (14), en la que se muestran unos aplicadores a modo de espiral plana, en cuyo centro se encuentra un minúsculo generador alimentado por una pila de reloj. Lo mejor es que el conjunto forma como un parche semirígido pero deformable, que se aplica a cualquier punto del aparato locomotor, muñeca, tobillo, puente del pie, y por su adaptabilidad y mantenimiento de la forma, queda colocado y se mantiene fijado durante la aplicación del tratamiento.

Con la misma filosofía aparecen redactadas las patentes (15-17), cuya lectura suele resultar curiosa. La de Blackwell (15) muestra unos devanados con núcleo ferromagnético flexible, resultando un adminículo muy moldeable. Pescatore (16) muestra unos aplicadores muy conformables de acuerdo con la geometría de las zonas donde se usan. Buscando precisamente la moldeabilidad del aplicador, Tepper (17) describe unos arrollamientos en espiral. Este mismo autor (18) describe unos arrollamientos también en espiral pero triangulares, para trabajar en zona cervical y dorsal.

También es frecuente encontrar descritos sencillos devanados, que se incluyen en la ortesis de yeso (*cast*) con que se fija la fractura de un paciente. Su misión es permanecer implementados durante el tiempo que el paciente permanece enyesado, siendo desechados cuando el yeso es retirado. De este tipo podemos citar como muy representativa la patente de Talish (19, 20).

Finalmente, en el cuarto grupo de sistemas para aplicar simultáneamente energía bajo diversos campos podemos citar a Giangregorio (21) que muestra un equipo capaz de suministrar al

paciente campo eléctrico y campo magnético, y a Ostow (22), que muestra un sistema portátil capaz de proporcionar al paciente, simultáneamente, magnetoterapia, iontoforesis y TENS.

APLICACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN TRATAMIENTO DEL DOLOR

En el apartado anterior, referente a los mecanismos de interacción del campo con el tejido nervioso, hemos comentado ya los fundamentos, limitándonos ahora a exponer una escueta metodología para esta aplicación de los campos magnéticos.

De cara a definir las estrategias básicas, conviene diferenciar entre: *a)* tratamientos de dolor tipo nociceptivo, determinados por un problema fisiológico activo (dolor por osteoporosis, por ejemplo); *b)* problemas fisiológicos sin complicaciones (no unión de fragmentos óseos, sin complicaciones adicionales de necrosis, infecciones, etc., por ejemplo); *c)* tratamiento de un dolor neuropático; *d)* tratamiento del dolor en caso de inadecuación del nivel de umbral del dolor; *e)* tratamiento de problemas secundarios, como edemas y/o infecciones, y *f)* tratamiento con conjuntos de imanes permanentes.

Obviamente dar una descripción de los tratamientos para todas las posibles casuísticas, en sus diversos niveles y con los diferentes grados de complicación, desborda con mucho la posible extensión de este texto. Aquí sólo vamos a mencionar sucintamente:

- a)* Olvidándonos del tratamiento del dolor en exclusiva, se trata el origen o causa principal (con tratamiento domiciliario, por ejemplo), pasando a considerar al tratamiento ambulatorio como una ayuda.
- b)* Suelen funcionar los trenes monocordes (sin agrupamiento de impulsos) de ondas rectangulares, que estimulan los metabolismos locales. Son recomendables frecuencias bajas o medias. Es muy aconsejable actuar con varios devanados de diferentes frecuencias
- c)* Como en el caso anterior, pero añadiendo impulsos breves y espaciados (*burst*). Son especialmente interesantes en problemas algícos de la columna vertebral.

- d)* Los mejores campos suelen ser como en el caso *b)*, pero en forma de semiondas agrupadas en trenes, con tiempos de reposo entre cada tren y el siguiente. Puede aumentar la eficiencia el hecho de que cada tren venga con polaridad opuesta al anterior. Por ejemplo, la secuencia sería: 1.º) un tren con la corriente en sentido positivo, 2.º) un tren con sentido negativo, 3.º) un tren positivo, y así sucesivamente. Obviamente, al invertir el sentido de la corriente que activa los devanados que constituyen los aplicadores, estamos cambiando alternativamente el sentido del campo magnético que aplicamos al paciente durante la exposición.
- e)* Frecuencias bajas/medias, con dos sesiones (mañana y tarde) durante el tratamiento. La existencia de una infección ha de tratarse con muy bajas frecuencias si es vírica, y con bajas si es patógena.
- f)* Hay que desconfiar de artilugios comerciales tales como colchas, colchones, muñequeras, etc con los imanes insertados, ya que no garantizan la correcta disposición de los imanes. Conviene por tanto construir este tipo de aplicadores a medida de cada paciente. Las dos reglas de oro son colocar los imanes en mosaico, y procurar en algunos casos que en vez de mosaico haya filas de imanes con polaridades alternativas. La «regla del pulgar» es que un polo sur estimula y un polo norte mitiga, atenúa.

Las dos grandes precauciones que hay que tomar al aplicar un tratamiento a un dolor, con independencia de todo lo dicho anteriormente son:

1. Cuando se trata un punto o zona con dolor en un miembro se debe exponer, además de la zona a tratar y a la vez que ella, a la zona de la columna vertebral a nivel de las glándulas suprarrenales (miembro inferior) o de las vértebras cervicales (miembro superior).
2. El campo continuo es el deseable (no indispensable) acompañante del campo alterno en la mayoría de los casos. Pero es muy interesante el que se aplique el campo continuo de forma que su dirección sea perpendicular al campo alterno. Por ejemplo,

el campo alterno en dirección anteroposterior, con el campo continuo en dirección interno-externo.

Para la consecución de estas dos premisas conviene poder trabajar con un equipo que disponga de aplicadores múltiples y separables, para actuar con varios direccionamientos elegibles a voluntad en cada caso.

No conviene sobrepasarse en los tiempos de aplicación del campo, pues las exposiciones excesivamente largas podrían subir rápidamente el nivel de la molestia del paciente.

Las presentes líneas básicas para diseño de tratamientos, aunque descritas desde la perspectiva del aparato locomotor y del tratamiento del dolor, son aplicables a todo el ámbito de utilización de los campos magnéticos, en su versión de tratamiento o de ayuda a otros tratamientos, úlceras tróficas, cicatrización de heridas, esclerosis múltiple, úlceras por diabetes, fallos locales del sistema circulatorio, etc., tal y como en otra parte de este trabajo se describe.

APLICACIONES TERAPÉUTICAS RECOGIDAS EN LA BIBLIOGRAFÍA

Son muy abundantes las publicaciones en las que se expone un *review* de trabajos que relatan la utilización de campos magnéticos en las más diversas especialidades clínicas. Aquí recogemos solamente las mostradas en la dirección de Internet <http://www.magnethealth.se/Forskning.htm>

Enfermedad de Alzheimer

En (23) se muestran los resultados con pacientes de Alzheimer que experimentaron una mejora muy significativa en la memoria visual y en la habilidad para dibujar como consecuencia de tratamiento con campos electromagnéticos de frecuencia entre 5 y 8 Hz. También se vieron las mejoras en otras funciones cognitivas, incluyendo orientación espacial, humor, memoria a corto plazo y habilidades sociales.

Enfermedad de Parkinson

Se ha probado (24) que con tratamiento de campo magnético en forma de picos con inten-

sidad del orden de picoteslas se experimenta una rápida mejora en los síntomas del parkinsonismo, en especial en la capacidad visoespacial. El estudio se hizo en un grupo de 20 pacientes con la enfermedad de Parkinson, de los cuales dos tenían diskinesias inducidas por la dosis de levodopa aplicada. Junto con los campos magnéticos se suministraba tratamiento quimioterápico habitual. Estos tratamientos resultan ventajosos para etiologías similares, como la enfermedad de Alzheimer, que tantas veces acompaña con su demencia a la enfermedad de Parkinson.

Esclerosis lateral amiotrófica (ELA)

Este artículo (25) informa de tres pacientes con ELA que experimentaron los efectos beneficiosos de un tratamiento consistente en tres sesiones por semana de campos magnéticos pulsados administrados con un aparato Magnobiopulse. Los pacientes recibieron más de 75 sesiones hasta alcanzar la máxima mejoría.

Artritis

Este estudio examinó (26) los efectos de los campos de baja frecuencia y los campos magnéticos continuos en pacientes que padecen artritis reumatoide y osteoartrosis. Se aplicaron campos magnéticos de baja frecuencia para tratamiento de pacientes en fase I y II de artritis reumatoide y artrosis deformante, sobre todo en muñecas, rodillas y tobillos.

Fracturas óseas (27)

Se describen los efectos de la aplicación de PEMF en un grupo de 83 pacientes con fracturas no-uniión. Los resultados mostraron una proporción de éxito del 87% en pacientes que habían sido tratados con injerto de hueso y no habían conseguido la consolidación. En grandes huesos, así como pseudoartrosis sinovial y faltas de alineación ósea, se consiguió un 93% de éxito en pacientes que habían sido tratados con PEMF (*Pulsed Electromagnetic Fields*), después habían sido sometidos a una operación de injerto y, finalmente, habían tomado un segundo tratamiento con PEMF.

Cáncer

Los resultados de este estudio (28) encontraron cómo con 20-30 sesiones de magnetoterapia administradas preoperativamente se incrementó el nivel de resistencia al tumor en pacientes aquejados de cáncer pulmonar.

Los resultados de este estudio demostraron que la combinación de PEMF suplementados con antioxidante es beneficiosa en el tratamiento de pacientes que padecen el cáncer de lengua, mejorando su capacidad de hablar, su nivel de dolor y su tolerancia a la quimioterapia.

En (29) se muestran las ventajas de asociar la aplicación de campos magnéticos con otras terapias físicas.

Cardiovascular/coronaria

Los resultados de este estudio (30) encontraron que la superposición de un tratamiento de magnetoterapia al tratamiento farmacológico de pacientes que padecen enfermedad cardíaca, isquémica y osteocondrósica aporta una clara mejora clínica.

Diabetes

En este estudio (31), 320 pacientes diabéticos recibieron tratamiento con PEMF, mientras que un grupo de control de 100 diabéticos recibió la terapia conservadora exclusivamente. Los resultados mostraron los efectos beneficiosos con respecto a las complicaciones vasculares en 74% de los receptores de magnetoterapia combinados con los métodos conservadores, mientras que en el grupo de control, la tasa de éxitos era del 28%. El campo magnético contribuía a regularizar el metabolismo, reduciendo la glucosa.

En otro estudio estaban incluidos 72 diabéticos con úlceras purulentas, habiéndose apreciado que la aplicación de los campos (32) presentaba un significativo efecto curativo.

Epilepsia

Este artículo (33) informa de los casos de tres pacientes con ataques parciales que recibieron el tratamiento con campos magnéticos artificiales

externos de intensidad baja. Tal tratamiento llevó a una atenuación significativa de la frecuencia de los ataques, que se mantenía después de un período de observación postratamiento de 10-14 meses.

Glaucoma

En este trabajo (34) se utilizó el equipo ATOS, que produce un campo de 33 mT, para tratar con sesiones de diez minutos diarios durante diez días y otros tantos de descanso. Al término de 4-5 meses de terapia se evaluaron resultados, obteniendo favorable en 29 de cada 30 pacientes, dejando la visión acuosa en menos de 1,0 dioptría.

Alopecia

Este estudio (35) doble-ciego, placebo-controlado examinó los efectos de campos electromagnéticos pulsantes en hombres que padecen pérdida de pelo, presentando calvicie de modelo masculino. Se administraron las exposiciones de PEMF a la cabeza durante 12 minutos y se dieron tratamientos una o dos veces a la semana durante un período de 36 semanas. Los resultados mostraron que el tratamiento con PEMF previno la pérdida de pelo y promovió el recrecimiento sin efectos colaterales apreciables.

Cefalea/migraña

Los resultados de este estudio doble-ciego, placebo-controlado (36) demostraron que la administración de un campo magnético pulsado durante menos de una hora a los pacientes con cefalea produjo efectos beneficiosos significativos, de acuerdo con los informes subjetivos suministrados por los propios pacientes, así como sus registros de actividad EEG.

Hepatitis

Los resultados de este estudio (37) mostraron que el uso de campos magnéticos era eficaz tratando a pacientes que padecen hepatitis virales y que no habían sido tratados previamente con tratamientos farmacológicos convencionales.

Lupus eritematoso

Este artículo de la revisión (38) examinó los resultados de aplicación de PEMF para tratamiento del lupus eritematosus. Los estudios indican que el tratamiento puede ser beneficioso por su efecto antiinflamatorio y analgésico, su acción positiva en la microcirculación, y por la mejora en su reactividad inmunológica.

Arteriosclerosis

Este artículo informa (39) en el caso de una mujer de 55 años, paciente de arteriosclerosis crónica que recibió una sola aplicación externa de campos magnéticos de baja intensidad (7,5 picotesla; con frecuencia de 5 Hz) con una duración de 20 minutos. El tratamiento rápidamente produjo mejoras en una variedad de áreas, que incluyen la fatiga, el sueño, la calidad de la visión, funcionamiento de la vejiga urinaria, la movilidad, problemas del lenguaje y del estado de ánimo.

Lesiones musculares

Este estudio (40) examinó los efectos de campos electromagnéticos pulsados, aplicados con un equipo de Gyuling-Bordacs, en pacientes que padecen parálisis de músculos periféricos. El tratamiento consistió en exposiciones de 20 minutos con campos de 70 gauss y una frecuencia de 2-50 Hz. Los resultados mostraron que con la frecuencia de 50-Hz, los campos electromagnéticos presentaban el nivel más eficaz de tratamiento y que con esa terapia mejoraba además la irritabilidad del músculo en los pacientes de parálisis periféricas.

Dolor de cuello

En este estudio doble-ciego, placebo-controlado, se examinó (41) el efecto de los campos pulsantes de baja energía administrados a pacientes con dolores persistentes en el cuello. Los resultados indicaron un efecto significativamente beneficioso a las tres semanas de tratamiento.

Neuropatías

Se comprobó en este estudio (42) que la exposición a los campos electromagnéticos pulsados mejoró la velocidad y grado de regeneración periférica doble del nervio en las ratas con el nervio ciático experimentalmente seccionado.

Osteoartritis

Los resultados de este estudio doble-ciego (43), placebo-controlado indican que la exposición a los campos electromagnéticos pulsantes tenía efectos beneficiosos en el tratamiento de pacientes que padecen osteoartritis dolorosa de la rodilla o columna cervical. La terapia de PEMF consistió en 18 exposiciones de 30 minutos, a razón de 3-5 sesiones por semana.

Osteoporosis

Este estudio (44) examinó los efectos de la administración de un campo electromagnético en sesiones de diez horas por día, con una frecuencia de 72 Hz durante un período de 12 semanas, sobre la densidad del hueso en pacientes de mediana edad, en las primeras etapas de la osteoporosis menopáusica. Se pudo comprobar un aumento significativo en la densidad mineral ósea en el área expuesta a los campos.

Hernia discal

Se aplicaron PEMF a pacientes que habían sido sometidos a una intervención quirúrgica de hernia discal (45). Al tiempo de abandonar el hospital, el 52% de los pacientes que habían sido tratados con campo magnético salían sin molestia alguna, mientras que entre los que salían sin haber sido expuestos a los campos, sólo salían sin molestias el 30%.

Pancreatitis

Se estudió en este trabajo (46) el efecto de combinar estímulo eléctrico pulsado y luz del láser con el tratamiento convencional en pacientes que padecen pancreatitis aguda. Los resulta-

dos mostraron que la terapia combinada presenta beneficios significativos en los pacientes con estados severos en la enfermedad.

Neumonía

Los resultados de este estudio mostraron (47) que una combinación de láser y magnetoterapia disminuyó la severidad de insuficiencia respiratoria aguda y previno las complicaciones destructivas durante el curso del proceso, en niños con neumonía destructiva aguda entre 1 y 12 años.

Desórdenes psiquiátricos

A la vista de los peligros, tan conocidos de antiguo, asociados con la terapia de electroshock, el autor en este artículo teórico (48), sostiene que el estímulo magnético transcraneal presenta una gran potencialidad como tratamiento psiquiátrico alternativo. El autor afirma que las TMS tienen varias ventajas sobre el ECT (*Electroconvulsive therapy*), como el ser indoloro, no invasivo y más eficaz en las estructuras profundas del cerebro.

Problemas respiratorios

Los resultados de este estudio mostraron que el uso de campos magnéticos de baja frecuencia (49) ayudó a prevenir y tratar a pacientes extremadamente enfermos que padecen las complicaciones broncopulmonares y pneumoinflamatorias, así como prevenir tales complicaciones.

Desórdenes del sueño

Los resultados de este estudio doble-ciego (50), placebo-controlado, indicaron significativamente que esa terapia de emisión de baja energía mejoró los modelos de sueño en pacientes que padecen insomnio psicofisiológico crónico. El tratamiento se administró tres veces por semana, siempre al final de la tarde y durante 20 minutos, durante un período de cuatro semanas.

Lesiones de columna vertebral

Los resultados de este estudio (51) mostraron que la exposición a los campos magnéticos continuos mejoraba y sanaba en ratas con una lesión de la columna vertebral experimentalmente producida, y también en pacientes humanos que padecen trauma en su columna vertebral.

Epilepsia

Los resultados de este estudio (52) demostraron la eficacia de un tratamiento con impulsos transcerebrales de campo sinusoidal modulado. La técnica parece más eficaz que cualquier terapia para el tratamiento de pacientes con ataques epilépticos durante el período de rehabilitación inicial.

Enfermedad de Gilles de la Tourette

Este artículo da cuenta (53) del caso de un muchacho de seis años que padecía el síndrome de Tourette. Se comprobaron mejoras experimentadas en sus habilidades visuoespaciales y visomotora, junto con las mejoras sintomáticas más generales, a medida que se le aplicaban impulsos extracraneales de campos electromagnéticos con intensidad del orden de picoteslas.

Úlceras (gástrica y duodenal)

Este estudio (54) comparó los efectos de tratamientos TDT (*Tradition Drug Therapy*), con los de la terapia de resonancia de microonda (MRT) en pacientes que padecen úlceras duodenales. Los resultados del tratamiento tradicional corresponden a los obtenidos en pacientes con una hospitalización de aproximadamente 22 días, con administración de TDT. A lo largo de este período, las úlceras sanaron en el 38% de pacientes, se observó reducción de la úlcera en un 17%, y no se mostró cambio alguno en el 43%. En un 2% de los casos se observó incremento en la úlcera. Ningún alivio de dolor pudo apreciarse en el 32% de los casos.

Por el contrario, el tiempo de hospitalización para los pacientes en el grupo de MRT era apro-

ximadamente 12 días. Generalmente se detuvo el dolor en 3-6 días. La curación completa ocurrió en 81%, el beneficio quedó limitado a una disminución de la úlcera en el 16%, y el tamaño de la úlcera no cambió en sólo 3%. Se comprobó una remisión en el 98% de los pacientes.

Úlceras tróficas

Este artículo (55) comparó en un amplio grupo de pacientes con variado espectro de úlceras tróficas en el miembro inferior, la efectividad de campos magnéticos alternos (AMF) generados por equipos eléctricos y de campos magnéticos constantes (CMF) producidos por imanes permanentes. Resultó que en los enfermos tratados con AMF el período medio de tratamiento hospitalario fue de 27 días, mientras que en los tratados con CMF fue de 31 días. En los controles, tratados por medios convencionales, el tiempo medio fue de 40 días.

Urología

Los autores informan en este artículo (56), sobre la base de sus experiencias, de las ventajas de la utilización de la combinación de láser y campos magnéticos en la terapia de las inflamaciones del tracto urinario.

Cicatrización de heridas

Este estudio (57) examinó los efectos de campos magnéticos continuos o estáticos en las heridas postoperatorias en 21 pacientes incursos en postoperatorios de cirugía plástica. Parches magnéticos con un espesor de 1 a 6 mm, y 2.450 a 3.950 gauss eran colocados sobre el área afectada durante un total de 48 horas. Trece pacientes recibieron los imanes después de que dolor o edema habían aparecido y ocho los recibieron inmediatamente después de la intervención como profiláctico. Los resultados mostraron una disminución en el dolor, el edema y el enrojecimiento en aproximadamente el 60% de pacientes. Los síntomas indeseables desaparecieron completamente en el 75% de los casos.

Magnetoforesis

Experimentos *in vitro* demuestran (58) la estabilidad de la solución de pH ácido de ácido ascórbico y un incremento de 1,5 veces en la transferencia de masa de ácido ascórbico a través de membranas semipermeables con la exposición a la radiación láser y al campo magnético generado por el dispositivo Uzor. La biodisponibilidad del ácido ascórbico se demostró a través de los efectos adaptogénicos y antioxidantes de la magnetoforesis con láser de una solución de ácido ascórbico al 2% aplicada a las articulaciones de 79 pacientes con osteocondrosis. La anterior magnetoforesis con láser es más eficaz y segura que la técnica de reflejos segmentarios de magnetoterapia láser al no tener reacciones balneopatológicas.

Depresión

En experimentación animal se ha comprobado (59) que la glándula pineal es un sensor magnético, y que reacciona al campo magnético produciendo melatonina de forma similar a cuando se le aplica láser.

Ginecología

En muchos casos de dolor pélvico se obtienen (60) buenos resultados con PEMF consistentes en unos breves impulsos de campo magnético aplicados en un área de 25 cm². La exposición a este campo inicia el fenómeno de la electroporación.

La eficiencia de los PEMF ha sido comprobada en casos de dismenorrea, endometriosis, infección aguda del tracto urinario inferior, hematoma postoperatorio y dispareunia persistente. En bastantes casos el tratamiento estuvo acompañado de administración de fármacos.

Bronquitis

Se estudió (61) en una población de 93 pacientes aquejados de bronquitis obstructiva y asma bronquial con la combinación de magnetoterapia y fototerapia. Se estudió el efecto sobre progreso de la enfermedad, función respiratoria externa y evolución de la curva espirométrica.

Se pudo comprobar que la magnetofototerapia es efectiva contra la obstrucción bronquial, favoreciendo la función respiratoria y mejorando la curva espirométrica. También mejora la inmunología del paciente.

CONCLUSIONES

El tema de la utilización de los campos magnéticos admite una doble visión, como herramienta auxiliar de las técnicas terapéuticas convencionales, y como una posibilidad para penetrar en el conocimiento de las funciones biológicas.

En cuanto al primer aspecto resulta sorprendente que en los países de nuestro entorno sea tan poco habitual el tratamiento de campos magnéticos en muchas de las aplicaciones asistenciales, siendo que están perfectamente recogidas en la literatura clínica. Debe quedar claro que los tratamientos con campos magnéticos no excluyen la utilización de farmacoterapia o de técnicas convencionales de electroterapia o terapia física; por el contrario, las pueden mejorar y complementar.

El uso racional de estas posibilidades es fácilmente conseguible si se tienen en cuenta los cuatro puntos cardinales del biomagnetismo clínico, a saber, la orientación espacial de las componentes de los campos, la consecución de un ambiente magnético con marcado gradiente de campo, la selección de las frecuencia/as más aconsejables en cada caso, y la juiciosa asociación con otras herramientas.

Conviene olvidar un poco la tendencia a adquirir equipos costosos, de gran potencia y consumo, pues la intensidad del campo no suele ser un factor de primer orden.

Por último, el tema de los campos tenues, débiles, como nueva vía para tratamiento de problemas tan graves como son algunas enfermedades degenerativas, resulta ser, sin duda alguna, el vector de avance por donde se están encaminando importantes y actuales investigaciones. El tema es tan rico, que merece el dedicarlo una monografía específica para ello.

BIBLIOGRAFÍA

1. POLLACK S R, BRIGTHON C T, PIENKOWSKI D, GRIFFITH N J. Electromagnetic method and apparatus for healing living tissue. Patente US005014699.

2. KRAUS W. Electromedical apparatus for generating low-frequency magnetic fields. Patente US005192263A.
3. WIENDL H J, STRIGL M. Clinical experiences in supplementary treatment of pseudoarthroses using electromagnetic potentials. *Fortschr Med.* 1978; 96: 231-236.
4. OSTROW A, TANNENBAUM J. PEMF biophysical stimulation field generator device and method. Patente WO0078267A2.
5. HOLCOMB R R. Electromagnetic therapeutic treatment device and methods of using same. Patente US006280376.
6. DROLET R A, GAÉTAN C. Electro-magnetic therapeutic system and method. Patente EP 0048451A1.
7. JACOBSON J I. Method for ameliorating the aging process and the effects thereof utilizing electromagnetic energy. Patente US006004257A.
8. JACOBSON J I. Magnetic field generating device and method of generating and applying a magnetic field for treatment of specified conditions. Patente US006099459A.
9. LIBOFF A R, MCLEOD B R, SMITH S D. Techniques for controlling osteoporosis using non-invasive magnetic fields. Patente US005267939A.
10. LIBOFF A R, MCLEOD B R, SMITH S D. Method and apparatus for controlling tissue growth with an applied fluctuating magnetic field. Patente US005123898A.
11. BAYLINK D. Magnetic stimulation of increased growth factor production. Patente WO 93/00131.
12. MARKOLL R. Electromagnetically stimulating cartilage tissue. Patente DE19846685.
13. MADROÑO A. Dispositivo de campos magnéticos múltiples para magnetoterapia y magnetoacupuntura. Patente P200201159.
14. EDWARDS J D. Orthotic devices incorporating pulsed electromagnetic field therapy. Patente WO 95/27533.
15. BLACKWELL L L. Magnetic coil for pulsed electromagnetic field. Patentes US006186941B1, US006174276B1, US005951459A, US005997464A y US006179772B1.
16. PESCATORE E A. Applicator head for electromagnetic treatment of an afflicted body region. Patente US004501265.
17. TEPPER J C. Flexible coil pulsed electromagnetic field (PEMF) stimulation therapy system. Patente US006261221B1.
18. TEPPER J C. Conformable PEMF transducer. Patente US005314401A.
19. TALISH R J, BANKO V F. Electromagnetic coil insert for an orthopedic cast or the like. Patente US004550714.
20. TALISH R J, PARR W E, ZAVROS S J. Portable non-invasive electromagnetic therapy equipment. Patente US004574809.
21. GIANGREGORIO S. Device for stimulating the natural defenses of a person or of any cellular system. Patente WO 95/07729.
22. OSTROW A S. Magnetotherapy apparatus. Patente WO 94/13357.

23. SANDYK R. Alzheimer's Disease: Improvement of Visual Memory and Visuoconstructive Performance Treatment with Picotesla Range Magnetic Fields. *Int J Neurosci*. 1994; 76: 185-225.
24. SANDYK R. Magnetic fields in the therapy of parkinsonism international. *Int J Neurosci*. 1992; 66: 209-235.
25. BELLOSI A, BERGET R. Pulsed Magnetic Fields: A Glimmer of Hope for Patients Suffering from Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Second World Congress for Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. Bologna, Italy, 1997.
26. GRIGOR'EVA V D. Therapeutic Application of Low-Frequency and Constant Magnetic Fields in Patients with Osteoarthritis Deformans and Rheumatoid Arthritis. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 1980; 4: 29-35.
27. BASSETT C A. Treatment of Therapeutically Resistant Non-unions with Bone Grafts and Pulsing Electromagnetic Fields. *J Bone Joint Surg (American)*. 1982; 64: 1214-1220.
28. OGORODNIKOVA L S. Morphological Criteria of Lung Cancer Regression Under the Effect of Magnetotherapy. *Vopr Onkol*. 1980; 26: 28-34.
29. RANDOLL U, PANGAN R M. Role of Complex Biophysical-Chemical Therapies for Cancer. *Bioelectrochem Bioenerg*. 1992; 27: 341-346.
30. DUDCHENKO M A. The Effect of Combined Treatment with the Use of Magnetotherapy on the Systemic Hemodynamics of Patients with Ischemic Heart Disease and Spinal Osteochondrosis. *Lik Sprava*. 1992; 5: 40-43.
31. KIRILLOVM I B. Magnetotherapy in the Comprehensive Treatment of Vascular Complications of Diabetes Mellitus. *Klin Med*. 1996; 74: 39-41.
32. KULIEV R A, BABAEV R F. A Magnetic Field in the Combined Treatment of Suppurative Wounds in Diabetes Mellitus. *Vestn Khir Im I I Grek*. 1992; 148: 33-36.
33. KULIEV R A. Treatment of Suppurative Wounds in Patients with Diabetes Mellitus Magnetic Field and Laser Irradiation. *Khirurgliia*. 1992; 7-8: 30-33.
34. BISVAS K. Possibilities of Magnetotherapy in Stabilization of Visual Function in Patients with Glaucoma. *Vestn Oftalmol*. 1996; 112: 6-8.
35. MADDIN W S. The Biological Effects of a Pulsed Electrostatic with Specific Reference to Hair: Electrotrichogenesis. *Int J Derm*. 1990; 29: 446-450.
36. GRUNNER O. Cerebral Use of a Pulsating Magnetic Field in Neuropsychiatry Patients with Long-term Headache. *EEG EMG Z Elektroenzephalogr Verwandte Geb*. 1985; 16: 227-230.
37. IL'INSKII I A. Experience with the Use of Glucocorticosteroids and Magnetic Fields in the Intensive Therapy of Severe Forms of Viral Hepatitis. *Sov Medicine*. 1978; 9: 72-74.
38. KHAMAGANOVA IV. The Use of a Pulsed Magnetic Field in the Treatment of Lupus Erythematosus. *Ter Arkh*. 1995; 67: 84-87.
39. SANDYK R. Rapid Normalization of Visual Evoked Potentials picoTesla Range Magnetic Fields in Chronic Progressive Multiple Sclerosis. *Int J Neur*. 1994; 77: 243-259.
40. MECSEKI L. The Study of the Efficacy of Magnetotherapy in Peripheral Paralysis. *Hungarian Symposium on Magnetotherapy*. Szekesfehervar, Hungary, 1987; pp 149-158.
41. FOLEY-NOLAN D. Low Energy High Frequency (27.12 MHZ) Therapy for Persistent Neck Pain. Double Blind Placebo Controlled Trial. *Bioelectromagnetics Society, 12th Annual*. San Antonio, TX, 1990; p 73.
42. ITO H, BASSETT C A. Effect of Weak, Pulsing Electromagnetic Fields on Neural Regeneration in the rat. *Clin Orthop*. 1983; 181: 283-290.
43. TROCK D H. The Effect of Pulsed Electromagnetic Fields in the Treatment of Osteoarthritis of the Knee and Cervical Spine. Report of Randomized, Double Blind, Placebo Controlled Trials. *J Rheumat*. 1994; 21: 1903-1911.
44. TABRAH F. Bone Density Changes in Osteoporosis-prone Women Exposed to Pulsed Electromagnetic Fields (PEMFs). *J Bone Miner Res*. 1990; 5: 437-442.
45. PERJES K. Effect of magnetotherapy on recovery after herniated disk surgery. *Hungarian Symposium on Magnetotherapy, 2nd Symposium*. Szekesfehervar, Hungary, 1987; pp 159-162.
46. SAVINA O G. A Low-Frequency Pulsed Current and a Low-Intensity Laser Radiation in the Treatment of Acute Pancreatitis. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 1995; 2: 39-40.
47. GAIDASHEV E A. An Evaluation of the Effect of Magnetic-laser Therapy on External Respiratory Function in Complicated Forms of Acute Pneumonia in Children. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 1995; 3: 12-14.
48. ZYSS T. Deep Magnetic Brain Stimulation - The End of Psychiatric Electroshock Therapy?. *Medical Hypotheses*. 1994; 43: 69-74.
49. MOZHAEV G A, TIKHONOVSKII I I U. The Prevention and Treatment of Suppurative-inflammatory Complications in the Bronchopulmonary System During Prolonged Artificial Ventilation. *Anesteziol Reanimatol*. 2002; 4: 47-51.
50. HAJDUKOVIC R. Effects of Low Energy Emission Therapy (LEET) on Sleep Structure. *First World Congress for Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. Lake Buena Vista, FL, 1992; p 92.
51. TKACH E V. Characteristics of the Effect of a Constant Electromagnetic Field on Reparative Processes in Spinal Cord Injuries. *Zh Nevropatol Psikhiatr*. 1989; 89: 41-44.
52. GORBUNOV F E. The Effect of Combined Transcerebral Magnetic and Electric Impulse Therapy on the Cerebral and Central Hemodynamic Status of Stroke Patients in the Early Rehabilitation Period. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 1996; 3: 21-24.
53. SANDYK R. Improvement of Right Hemispheric Functions in a Child with Gilles de la Tourette's Syndrome Weak Electromagnetic Fields. *Int J Neur*. 1995; 81: 199-213.

54. DUDKA S S. A Comparative Assessment of the Efficacy of Drug Therapy and Microwave Resonance Therapy for Ulcerative Disease of the Duodenum. Fundamental and Applied Aspects of the Use of Millimeter Electromagnetic Radiation in Medicine. Abstracts of the 1st All-Union Symposium with International Participation. Kiev, Ukraine, 1989; pp 195-197.
55. SUKHOTNIK I G. Comparative effectiveness of using constant and alternating magnetic fields in the treatment of trophic ulcers. *Vest Khir.* 1990; 144: 123-124.
56. LORAN O B. Magnetic-laser Therapy in Inflammatory and Posttraumatic Lesions of the Urinary System. *Urol Nefrol (Mosk).* 1996; 5: 10-14.
57. MAN D. Effect of Permanent Magnetic Field on Postoperative Pain and Wound Healing in Plastic Surgery. *Second World Congress for Electricity and Magnetism in Biology and Medicine.* Bologna, Italy, 1997.
58. IBADOVA G D, KHAMRAKULOVA V V, LOPATINSKII V V. The laser-magnetic phoresis of ascorbic acid in the combined health-resort therapy of osteoarthritis patients. *Voprosy Kurortologii, Fizioterapii i Lechebnoi Fzicheskoi Kultury.* 1996; 4: 17-19.
59. SANDYK R. Magnetic fields and seasonality of affective illness: implications for therapy. *Int J Neur.* 1991; 58: 261-267.
60. JORGENSEN W A. Electrochemical therapy of pelvic pain: effects of pulsed electromagnetic fields (PEMF) on tissue trauma. *Eur J Surgery.* 1994; Supplement 574: 83-86.
61. MOLOTKOV V N, KUZHKO M M, KOGOSOVA I S, PETRASHENKO A I. Magnetophore therapy in the combined treatment of patients with obstructive bronchial diseases and its effect on immunological reactivity. *Ter Arkh.* 1984; 56: 20-25.